GALAAD
3
®

MANUEL D'UTILISATION

COPYRIGHT / RESPONSABILITE

Copyright © 1992-2011 Bertrand Lenoir-Welter / Tous droits réservés

Toute reproduction intégrale ou partielle effectuée par quelque moyen que ce soit, faite sans le consentement écrit de l'auteur, est illicite (loi du 11/3/1957, art. 40-1) et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

L'acquéreur de ce logiciel est autorisé à en effectuer des copies à condition de respecter à la lettre sa licence d'utilisation, et notamment le principe de simple évaluation non commerciale des copies. L'intégration de tout ou partie du code informatique de ce logiciel dans un ensemble plus grand n'aliène en rien la portée de son copyright. En outre, ce code ne peut être modifié, désassemblé ou décompilé sans l'accord écrit de l'auteur.

Galaad est fourni tel quel, sans garantie implicite ou explicite quant aux résultats obtenus par son utilisation ou quant au fait que tout acquéreur sera capable de s'en servir de manière satisfaisante. Les processus codés dans ce logiciel sont complexes et ont fait l'objet de nombreux tests qui ne peuvent pourtant exclure totalement des défauts mineurs. Enfin, aucun engagement de continuité n'est donné sur des versions ultérieures, concernant notamment leur compatibilité avec les versions existantes.

L'acquéreur de ce logiciel reconnaît qu'il est seul responsable de son choix pour atteindre les résultats escomptés, de la mise en œuvre du logiciel, de son utilisation et des résultats effectivement obtenus. Aucune responsabilité ne saurait être attribuée à Galaad, à son auteur ou son distributeur pour des dommages directs ou indirects provoqués par son utilisation, notamment sur un système informatique, sur un de ses éléments périphériques ou sur des données stockées, sur une machine-outil, sur tout objet matériel ou immatériel manipulé par cette machine ou ce système informatique.

Il est bien entendu qu'aucune des présentes conditions ne peut oblitérer les droits fondamentaux reconnus aux acquéreurs par la législation en vigueur.

Nota : de façon générale, et sans les énumérer ici, sont reconnues toutes les marques déposées et les droits y afférents, citées dans le présent manuel.

SOMMAIRE

AVANT-PREMIERE

Petit *Curriculum Vitæ* 12
Topographie de ce manuel 13
Conventions utilisées 14
Configuration système 15
Licence d'utilisation 16
Soyez curieux ! 18

1 - INSTALLATION

Mise en place 1-20
Drivers additionnels 1-22
Aménagement du territoire 1-23
Déménagement 1-23
Désinstallation 1-24

2 - APPRENONS A DESSINER

Contact 2-26
Premiers pas 2-28
Cotation simple 2-29
Accroches au vol 2-31
Manipulation d'objets 2-32
La grille magnétique 2-35
De profundis 2-36
Zoom 2-38

3 - APPRENONS A USINER

Contrôle technique 3-40
Visite guidée du pas de tir 3-41
Origine pièce 3-43
Mise à feu 3-47

4 - APPRENONS A ENREGISTRER

Dessin courant 4-50
Fichiers et dossiers 4-51

5 - TECHNIQUES AVANCEES DE DESSIN

Cotations appliquées 5-54
Œuvres inachevées 5-55
Manipulations géométriques 5-57
Verrouillage 5-58
Association 5-58
Protection 5-59
Ancrages 5-60
Sélection et manipulation de points 5-61
Sélection et manipulation de segments 5-64
Déplacement d'un groupe de points 5-66
Duplication et clonage 5-66
Palette de cotation rapide 5-69
Raccourcis au clavier 5-70
Affichage des tracés 5-72

6 - TRAJECTOIRES D'OUTILS

Paramètres d'outils 6-74
Contournage 6-80
Hachurage et cycle de poche 6-86
Connexion de parcours 6-89

7 - FONCTIONS AVANCEES DE L'USINAGE

Positions de fin de cycle 7-92
1ère passe, 2ème passe, découpe 7-94
Valeurs forcées 7-96
Paramètres divers 7-97
Options avancées 7-99
Déplacement des axes 7-102
Définir une origine pièce 7-105
Course de référence 7-108
Commande de broche 7-110
Mesure automatique de l'outil 7-111
Changement d'outil 7-116
Pointage de l'origine à la caméra vidéo 7-118
Pilotage manuel 7-119
Test des entrées/sorties 7-120

8 - ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL
Généralités 8-122
Fonctions avancées 8-123
Restrictions pour l'enseignement 8-127

9 - UTILISATION EN RESEAU
Partage de disques 9-132
Poste de travail principal 9-133
Postes de travail secondaires 9-134
Echanges de fichiers 9-135

10 - ICONES DE DESSIN
Points 10-139
Lignes 10-140
Polylignes et courbes *splines* 10-142
Rectangles et polyèdres 10-144
Arcs et figures cycliques 10-145
Texte 10-148
Sélections 10-149
Effets spéciaux 10-152
Données d'usinage 10-154
Zoom 10-155
Cotes visuelles 10-156

11 - FONCTIONS DES MENUS
Menu "Fichier" 11-160
Menu "Usinage" 11-167
Menu "Edition" 11-177
Menu "Dessin" 11-185
Menu "Affichage" 11-212
Menu "Texte" 11-221
Menu "Paramètres" 11-223
Menu "Aide" 11-229

12 - PARAMETRAGE DE LA FRAISEUSE
Paramètres principaux 12-232
Mécanique 12-234
Usinage rotatif sur axe A 12-235
Lame orientable sur axe C 12-236

Axes supplémentaires 12-237
Commande numérique 12-238
Commandes numériques AxeMotion 12-242
Commandes numériques Isel "CNC-API" 12-244
Commandes numériques Isel "IMC" 12-245
Commandes numériques MaxComputer "Kosy-2" 12-245
Commandes numériques SM-Motion 12-246
Commandes numériques Soprolec 12-247
Commandes numériques Solectro 12-248
Commande numérique générique 12-248
Commande numérique personnalisée 12-249
Broche 12-250
Broches tachymétriques (à vitesse asservie) 12-251
Broches spéciales 12-253
Scripts de commande de broche 12-253
Programme externe de contrôle 12-255
Vitesses 12-256
Paramètres avancés 12-258
Post-calcul cinématique 12-266
Changeur d'outil automatique 12-274
Entrées / sorties 12-276
Entrées / sorties étendues 12-281
Pilotage manuel local 12-283
Pilote externe 12-284
Format de post-processeur 12-286

13 - APPLICATIONS SPECIALES
Découpe au laser ou au jet d'eau pressurisé 13-290
Découpe à la torche à plasma 13-291
Dépose de liquide 13-292

14 - "LANCELOT", UTILISATION AUTONOME
Galaad et Lancelot 14-294
Lancelot et Kay 14-296

15 - "KAY", PILOTE D'USINAGE 3D
Généralités 15-298
Coordonnées et origine fichier 15-299
Origine pièce 15-300

Paramètres 15-303
Usinage 15-305

16 - "GAWAIN", CAO-FAO DE TOURNAGE
Module de dessin 16-310
Outillage 16-312
Filetage 16-314
Paramétrage du tour 16-315
Petit tour du pas de tir 16-316
Prise d'origine pièce 16-319
Commandes semi-automatiques 16-321
Lancement du processus 16-323
Tournage sur une fraiseuse 4 axes 16-324

17 - "KYNON", PROGRAMMATION DE MOUVEMENTS
Automate de commande d'axes 17-326
Technique de programmation 17-329
Commandes de mouvement 17-332
Commandes de commutation et temporisation 17-334
Commandes de branchement 17-335
Macro-commandes 17-336
Commandes de gestion du programme 17-338
Apprentissage par pilotage manuel 17-339
Boutons personnalisés 17-340

18 - "PERCIVAL", GRAVURE DE CIRCUITS IMPRIMES
Présentation générale 18-342
Fichiers Gerber 18-343
Fichiers Excellon 18-344
Outillage 18-345
Traitements automatiques 18-346
Ajustage des couches 18-347
Calcul d'isolation 18-348
Limitations 18-349
Hachurage des zones vierges 18-350
Détourage. 18-351
Usinage 18-351
Dépose de pâte à souder 18-352

19 - "OWEIN", AFFICHAGE GRAPHIQUE DE PARCOURS

20 - PREMIERS SOINS
Dessin ***20-356***
Pilotage et usinage ***20-358***
Circuits imprimés ***20-360***

21 - CONSIDERATIONS TECHNIQUES
Arguments de la ligne de commande ***21-362***
Intégration dans une chaîne automatisée ***21-365***
Commandes transmises par messagerie ***21-367***
Interface avec Windows ***21-367***
Polices TrueType et Galaad ***21-369***
Téléchargement de mises à jour ***21-370***

22 - QUELQUES CONSEILS AUX DEBUTANTS

23 - L'USINAGE TEL QU'ON LE CAUSE

0

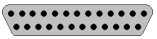
AVANT-PREMIERE

Petit *Curriculum Vitæ*

Galaad 3 est une suite de logiciels intégrés destinés à la Conception & Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO). Son but est donc de vous aider à concevoir (c'est-à-dire **dessiner**) puis fabriquer (c'est-à-dire **usiner**) des objets dotés de quelque relief. De par la nature géométrique des pièces et des trajectoires d'usinage, l'utilisation de Galaad se rapproche de celle de classiques logiciels de dessin. Ceci offre l'avantage de le mettre à la portée d'utilisateurs débutants en informatique. Plutôt qu'une suite de programmes artificiellement chaînés et suivant des logiques différentes, **Galaad intègre en un ensemble cohérent tout le processus de réalisation**.

Comme son nom ne l'indique pas, **Galaad 3 n'est pas un logiciel de conception 3D**. Ses domaines d'application sont principalement la **découpe**, la **gravure** et le **fraisage** de matériaux plans. Galaad propose quelques fonctions spécifiques pour créer des maillages 3D usinables, par exemple de profils de coupes ou des surfaces courbes ; il accepte les manipulations et déformations 3D ; il peut importer et usiner des fichiers externes 3D, mais il ne permet pas de créer, manipuler, importer ou usiner des formes en volume constituées de facettes ou de surfaces gauches. Seules sont acceptées les trajectoires 3D vectorielles représentant un parcours d'outil. **Si vous possédez déjà un logiciel de dessin 3D par manipulation de surfaces ou de volumes, il vous faudra aussi un module intermédiaire FAO de conversion en vecteurs et calcul du parcours d'outil pour pouvoir usiner ces formes 3D avec Galaad.**

Galaad peut piloter un certain nombre de machines d'usinage à 2, 3, 4 ou 5 axes, directement ou par le biais d'un logiciel externe de pilotage. C'est donc un logiciel plutôt ouvert.



Réponse à une question récurrente : **Galaad ne produit pas de signaux STEP / DIR sur port LPT** pour attaquer un rack de puissance. Il faut intercaler un module électronique capable de générer ces signaux.

Les modules annexes de la suite Galaad accompagnent son installation, pour effectuer des opérations de **tournage**, de **programmation** de mouvements et automatismes, de **gravure de circuits imprimés**, ou encore d'**usinage 3D** jusqu'à 5 axes. Ces modules sont décrits dans les derniers chapitres, mais l'essentiel de ce manuel est dédié à l'application principale Galaad, c'est à dire la suite intégrée de CFAO, dessin et usinage de pièces 2D½.

Topographie de ce manuel

Le cœur du logiciel Galaad est représenté par son module principal, dont l'icône est intitulée "GALAAD (fraisage)". C'est ce module qui permet de dessiner des pièces 2D½ et les usiner dans la foulée. L'essentiel du présent manuel d'utilisation est logiquement consacré à ce module et à son partenaire à qui il sous-traite le pilotage de la machine.

Dans les premiers chapitres, vous apprendrez donc à dessiner de façon simple avec ce module principal de dessin, puis à préparer rapidement l'usinage de ce que vous avez dessiné, enfin à enregistrer vos œuvres. Le but est de vous aider à faire vos premiers pas et vous familiariser avec la méthodologie de travail du logiciel.

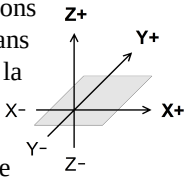
Viennent ensuite les descriptions de fonctions qui étofferont vos possibilités de dessin et d'usinage, vous permettant de travailler plus vite, ainsi que les paramètres des outils de gravure, de fraisage ou de découpe, les corrections de rayon d'outil et les moyens d'évider des poches. Cette partie se termine par les réglages de l'environnement de travail, de l'utilisation en réseau.

Les icones de dessin et les fonctions accessibles dans les menus sont alors passées en revue une par une, avec des précisions sur leur utilisation et les particularités propres à chacune.

Un chapitre ventru est consacré au paramétrage de la fraiseuse, avec toutes les possibilités offertes par certaines machines ou cartes CNC, ainsi que les grosses ficelles et petites subtilités de réglage, particulièrement pour le calcul cinématique. Ce chapitre est sans doute le plus important pour un utilisateur averti qui cherche à optimiser le fonctionnement de sa machine.

Enfin, pour ceux qui ont fait l'acquisition d'une licence réduite, snobant cette merveille qu'est le module principal de dessin Galaad, les derniers chapitres sont consacrés aux modules Kay (usinage 3D), Gawain (tournage), Kynon (programmation) et Percival (circuits imprimés). Le dessin avec Galaad ne vous concerne pas et vous pouvez sauter les chapitres correspondants. Toutefois, les parties consacrées à l'usinage ou au paramétrage de la fraiseuse restent valables et vous apporteront beaucoup d'informations utiles, à défaut de vous motiver pour passer à une licence supérieure.

Conventions utilisées



Sur une machine d'usinage cartésienne, il y a plusieurs façons d'identifier les axes. Une norme plus ou moins suivie dans l'industrie consiste à définir l'axe X comme le plus long de la machine, les axes Y et Z formant ensuite un repère orthogonal direct à partir de X. Un modèle plus classique, qui n'est pas toujours incompatible avec cette norme, consiste à se placer du point de vue de l'opérateur qui pilote la machine : l'axe X va croissant de gauche à droite, l'axe Y du devant vers le fond de la machine, et l'axe Z de bas en haut. Les confusions restent toutefois fréquentes pour un débutant.

Galaad identifie les directions sous forme de points cardinaux : l'ouest se situe à gauche (X-), l'est à droite (X+), le sud devant (Y-) et le nord au fond (Y+). Ainsi, l'axe X va de l'ouest à l'est, et l'axe Y va du sud au nord. Ca ne veut pas dire que vous devez vous doter d'une boussole pour dessiner ou piloter votre machine, mais que la planche à dessin et le plateau de la machine se présentent à vous comme une carte géographique. Pour l'axe Z, on parlera tout simplement de "haut" et de "bas", ce qui semble assez intuitif. Si vous voulez respecter la convention qui identifie l'axe X comme étant le plus long, le mieux est alors de positionner le poste opérateur de façon cohérente.

Attention, il ne faut pas considérer le mouvement du plateau si celui-ci est mobile, mais toujours **le mouvement apparent de l'outil sur le plateau**, ce qui inverse le sens. Lorsqu'un plateau mobile se déplace vers le devant, en fait c'est l'outil qui va virtuellement vers l'arrière du plateau, donc "au nord".

Les unités de distance et de vitesse sont paramétrables. Les distances peuvent être exprimées en millimètre (mm), en centimètre (cm), en pouce ("), ou dans une unité à définir. Les vitesses peuvent être exprimées en mètre par minute (m/min), en millimètre par minute (mm/min), en millimètre par seconde (mm/s), en centimètre par seconde (cm/s), en pouce par minute ("/min), en pouce par seconde ("/s), ou dans une unité à définir. Le fait de définir une unité de travail personnalisée suppose que les facteurs d'échelle de la machine ou des échanges de fichiers sont cohérents avec cette unité.

Les angles sont exprimés en degrés, le point de référence étant le zéro trigonométrique, direction X+ (3 heures dans le jargon aéronautique).

Configuration système

Pour ceux que les vulgaires considérations techniques peuvent captiver, Galaad 3 fut une création continue entre 1998 et 2010, développée avec Borland C++ 5.02 sur des PC dotés de divers processeurs et diverses versions de Microsoft Windows. La compilation a été réglée pour générer du code exécutable Windows 32 bits natif. Avec un décodeur, ceci veut dire que **Galaad 3 fonctionne indifféremment sur toutes les versions de Windows, y compris les récentes 64 bits.**

Le logiciel a été testé et validé sur Windows 95, 98 et ME pour les anciens systèmes à base 16 bits, sur tous les systèmes à noyau 32 bits à partir de NT-4, y compris les versions serveur, soient NT-4, 2000 (NT-5), XP (NT-5.1), 2003-Server, Vista (NT-6) et 2008-Server, et enfin sur les systèmes 64 bits XP-64, Vista-64 et Seven-64. Il n'existe pas de version native de Galaad pour les systèmes Linux ou Mac, mais le logiciel a été testé avec succès sur les émulateurs Wine et Parallels Desktop, pilotage machine compris.

A noter que les versions Windows 95, 98 et NT-4 n'intègrent pas la gestion de périphériques USB, ce qui empêche le pilotage de machines utilisant ce type de port et nécessite de plus une clef de licence pour port parallèle. Cette clef LPT est disponible sur demande.

Pour ce qui est du *hardware*, Galaad ne requiert pas une puissance de calcul phénoménale pour fonctionner, sauf si vous devez manipuler des dessins de plusieurs centaines de milliers de coordonnées. **Il n'est pas nécessaire de vous équiper d'un ordinateur surpuissant** pour utiliser le logiciel de façon confortable. Mieux vaut investir dans un écran offrant une taille et une résolution confortables pour le plaisir des yeux.

Puisqu'on parle d'écran, la résolution graphique minimale pour afficher les fenêtres cadres de Galaad est de 800×600 pixels (mode très condensé, peu agréable car manquant beaucoup de finesse, mais suffisant pour arriver à dessiner). Il est donc tout à fait possible d'utiliser un *NetBook* ou une tablette tactile dotés d'un petit écran 1024×600 pour dessiner et surtout pour piloter une machine. La supervision d'un usinage automatique ne nécessitant quasiment aucune puissance de calcul, un PC ancien peut très bien faire l'affaire si vous avez une station de dessin et une station d'usinage séparées.

Licence d'utilisation

Comme la plupart des logiciels, Galaad est le fruit d'un long travail de développement et n'est donc pas gratuit. Si vous lisez ce manuel sous sa forme papier, c'est sans doute parce que vous en avez acquis un exemplaire avec sa licence en bonne et due forme. Les termes de celle-ci vous concernent tout de même dans la mesure où vous seriez amené à faire des copies du logiciel.

La licence d'utilisation de Galaad 3 est toujours matérialisée par une petite clef électronique appelée *"dongle"*, en général accrochée à la reliure de ce manuel d'utilisation. **Cette clef doit être branchée sur un port USB de votre ordinateur** ou, pour les licences plus anciennes, un port d'imprimante LPT. Le logiciel pourra alors reconnaître vos droits d'utilisation et vous donner accès à toutes les fonctionnalités sans aucune restriction.

Faute de clef et donc de licence d'utilisation, Galaad oblitère les possibilités de communication avec le monde extérieur. Dans ce cas, il ne vous est pas possible d'effectuer un usinage automatique complet, ni d'exporter les dessins de pièces vers un autre logiciel. Vous conservez la possibilité de dessiner, enregistrer et imprimer vos pièces, et aussi de piloter manuellement votre machine, mais l'usinage automatique et les exports restent limités.

Pour les licences professionnelles, la clef n'a pas besoin d'être branchée en permanence ; Galaad se contente de "recharger" la licence tous les mois. Il affiche alors un message demandant de rebrancher la clef un instant sur le port, le temps pour lui de valider à nouveau la licence.

Cette possibilité d'utilisation restreinte sans licence est volontaire pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elle permet d'autoriser la copie à volonté du logiciel bridé, afin de le faire évaluer par des utilisateurs potentiels. Ensuite, un acquéreur de Galaad peut très bien l'installer sur plusieurs ordinateurs consacrés à la conception et un seul connecté à la machine d'usinage. Une version sans licence n'en demeure pas moins soumise à la législation en vigueur sur le droit de propriété intellectuelle.

Vous avez le droit de copier le CD de Galaad 3 ou sa version téléchargeable sur l'Internet, pour vous-même ou pour diffusion, sous réserve de ne pas en avoir modifié le contenu, que ce soit à titre gracieux, et qu'il n'y

ait aucune possibilité même indirecte d'usinage des dessins réalisés avec le logiciel, faute de licence.

Les licences d'utilisation de Galaad se déclinent en trois possibilités. La licence normale est la **licence professionnelle**, destinée aux utilisateurs qui font commerce direct ou indirect des pièces et objets réalisés avec le concours du logiciel. Ce type de licence ne fixe aucune restriction d'utilisation. La **licence éducative** est réservée aux établissements scolaires et universitaires et ne peut être vendue à un professionnel ou un particulier. Enfin, la **licence hobby** ne peut être vendue qu'à une association ou à un particulier n'exerçant pas une activité professionnelle ayant un quelconque rapport avec l'utilisation d'une machine d'usinage à commande numérique. **L'utilisation d'une licence éducative ou hobby ne doit avoir aucun but commercial, même indirect.**

Les licences non professionnelles ne correspondent pas à une version limitée du logiciel. Elles offrent les mêmes fonctionnalités, sans restriction. Seule la finalité de l'utilisation et donc des réalisations effectuées doit se situer dans un cadre strictement non commercial. Par conséquent, **utiliser une licence éducative ou hobby à des fins professionnelles ou commerciales, même indirectes, est une violation flagrante de cette licence restreinte**.

Certains sous-ensembles du logiciel Galaad peuvent être vendus séparément, à moindre tarif. Dans ce cas, la licence proposée ne correspond qu'à l'utilisation de ces modules et eux seuls. *A contrario*, la licence d'utilisation normale de Galaad couvre tous les modules. Il ne s'agit pas pour autant d'une vente globale ou forcée comprenant des modules inutiles. Simplement, la licence normale de Galaad offre l'accès à tous les modules.

De façon générale, gardez toujours à l'esprit que, si votre exemplaire de Galaad vous a été légalement vendu, **une clef électronique de protection doit obligatoirement accompagner le logiciel** pour matérialiser sa licence.

Pour plus de précisions ou en cas de difficulté, nous vous invitons à consulter le site officiel de Galaad sur l'Internet : www.galaad.net

❑ Soyez curieux !

Quoi que vous puissiez tirer de ce manuel, l'essentiel de votre apprentissage viendra sans aucun doute de votre pratique courante du logiciel. Il existe certes des fonctions plus ou moins complexes pour lesquelles le manuel d'utilisation vous sera hélas indispensable, mais le meilleur guide de vos premiers pas - et aussi des suivants - n'est autre que vous-même.

Galaad est bien élevé et ne vous mordra jamais sous prétexte que vous aurez fait une grosse bêtise. Au pire, il vous enverra un petit message d'avertissement ou de désapprobation, ce qui sera sans conséquence durable sur la qualité des relations que vous pourrez avoir avec lui, du moins de son point de vue. Croyez bien que, quoi que vous fassiez, y compris par pure provocation, vous aurez vraiment du mal à le vexer.

Ne soyez donc pas hésitant dans votre démarche d'apprentissage. Il n'y a aucune honte à débuter, et pas davantage de raison de se montrer timide. Si vous avez un doute quant à une fonctionnalité, eh bien le mieux est encore de l'essayer en y allant carrément, même si le résultat que vous obtenez est proprement inattendu. Vous pourrez toujours annuler une opération malheureuse, et c'est en général à tâtons que l'on progresse dans la connaissance d'un logiciel. Galaad ne fait pas exception. Sous les icones, la plage !

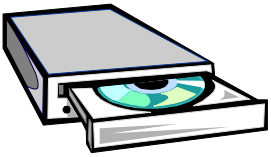
1

0001

INSTALLATION

Mise en place

Galaad 3 se présente sous la forme d'un CD-ROM contenant tous les fichiers tels qu'ils seront transférés sur votre disque dur. Le programme d'installation doit normalement démarrer quelques secondes après que vous ayez refermé le lecteur.



Sous certaines configurations, il se peut que le programme *AutoRun* ne démarre pas. Dans ce cas, il vous suffit d'exécuter le programme **SETUP** du CD en commande manuelle. Avec un décodeur, cela veut dire que vous cliquez sur le bouton "Démarrer" de la barre de tâches Windows puis, dans le menu qui en surgit, sur la ligne de commande "Exécuter". Si votre lecteur de CD correspond à l'unité de disque D, cas assez courant, tapez la ligne **D:SETUP** et cliquez sur Ok.

Paramètres de l'installation
GALAAD
Merci d'avoir choisi Galaad 3. Son installation est facile et rapide. Elle ne fait pas d'ajout sauvage de fichiers ou de clefs dans la base de registres : vous pourrez donc le désinstaller tout simplement en supprimant son répertoire avec l'Explorateur Windows ou autre.
Veuillez indiquer un répertoire d'installation sur votre disque.
Répertoire d'installation : C:\Galaad
Parcourir...
Créer un accès dans le menu "Démarrer" de Windows
Créer un raccourci sur le bureau Windows
Associer les fichiers Galaad 3 (*.GAL) à cette installation
<< Précédent
Suivant >>
Arrêter

Le lancement du programme **SETUP**, qu'il soit automatique ou manuel, se traduit par l'apparition d'une nouvelle fenêtre proposant une succession de boîtes de dialogue pour configurer cette installation. La première vous demande de façon classique l'emplacement dans lequel vous souhaitez installer Galaad sur votre disque dur. Le dossier de destination par défaut est **C:\Galaad**, mais le choix vous reste acquis.

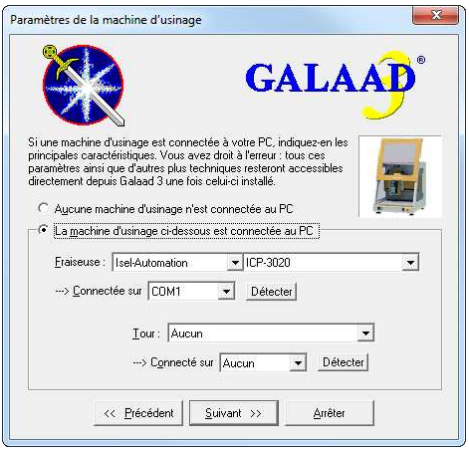
Si vous souhaitez installer Galaad dans un autre répertoire, indiquez celui-ci ou sélectionnez-le à l'aide du bouton "Parcourir" qui fera apparaître une petite fenêtre de parcours de l'arborescence accessible. Rien ne vous oblige à installer Galaad sur l'unité de disque et dans le répertoire proposés par défaut. Précisons en outre que **Galaad ne modifie aucun fichier hors de ce répertoire**, sauf ceux liés aux raccourcis d'accès. En particulier, les innombrables fichiers système gérés par la galaxie Windows ne sont en rien concernés par l'arrivée de Galaad sur votre disque dur.

Détail d'importance, **Galaad a besoin d'avoir l'accès en écriture dans son répertoire d'installation**, même si vos dessins sont stockés ailleurs. Si l'utilisation du logiciel doit se faire dans une session ayant des droits restreints (session autre qu'administrateur), il est important que le répertoire d'installation reste accessible en écriture dans cette session, sinon le fonctionnement en sera affecté (dessin courant et paramètres non enregistrés, pile annuler/refaire défaillante, *etc.*). L'arborescence "C:\Program files " n'est donc pas appropriée pour les modes autres qu'administrateur.

L'installation normale de Galaad 3 requiert environ 100 Mo d'espace disque disponible, plus celui dont vous aurez ensuite besoin pour stocker vos dessins. L'installation complète, téléchargeable depuis le site web de Galaad, contient en un bloc compacté les mêmes éléments que le CD pour une langue donnée.

Le programme SETUP exécute pour vous les petites tâches annexes d'une installation Windows, c'est à dire l'adjonction de raccourcis pour démarrer Galaad depuis le bureau ou le menu *"Démarrer"*, ou l'association du module de dessin aux fichiers GAL pour un lancement automatique depuis l'explorateur de fichiers ou autre. Si vous ne souhaitez pas que ces tâches annexes soient remplies, décochez les cases correspondantes en bas de la fenêtre.

Cliquez ensuite sur le bouton "Suivant >>".


Paramètres de la machine d'usinage
GALAAD
Si une machine d'usinage est connectée à votre PC, indiquez-en les principales caractéristiques. Vous avez droit à l'erreur : tous ces paramètres ainsi que d'autres plus techniques resteront accessibles directement depuis Galaad 3 une fois celui-ci installé.
Aucune machine d'usinage n'est connectée au PC
La machine d'usinage ci-dessous est connectée au PC
Fraiseuse : Isel-Automation ICP-3020
---> Connectée sur COM1 Détecter
Tour : Aucun
---> Connecté sur Aucun Détecter
<< Précédent
Suivant >>
Arrêter

Il s'agit maintenant d'indiquer au logiciel les quelques caractéristiques principales de votre machine d'usinage, du moins si une machine est connectée à cet ordinateur.

Notez que **ces paramètres sont modifiables *a posteriori*** depuis Galaad sans avoir à repasser par la case départ, c'est à dire l'installation. Vous avez donc assez largement droit à l'erreur ou la négligence.

Si une machine d'usinage est connectée au poste de travail que vous êtes en train d'installer, et dans ce cas seulement, activez l'option correspondante, ce qui vous permettra de préciser le type de cette machine et la façon dont elle est connectée à votre PC.

Cliquez encore une fois sur le bouton "Suivant >>". Une dernière fenêtre de dialogue apparaît alors pour vous indiquer le répertoire de destination de Galaad sur votre disque, et vous rappeler les termes de la licence d'utilisation du logiciel, termes que vous connaissez déjà pour les avoir lus au chapitre précédent. Ne nous attardons donc pas en ces lieux, nous touchons au but.

Cliquez donc sur le bouton "Installer", ce qui va lancer le processus d'installation proprement dite, c'est à dire le transfert des fichiers du CD vers votre disque dur. Ceci peut prendre de quelques secondes à une minute selon les performances de votre ordinateur. Une bande-annonce donne quelques indications succinctes de la phase en cours, puis un dernier message vous indique si tout s'est bien passé.

Vous pouvez dès à présent lancer Galaad 3 pour la première fois depuis ce message, ou bien, les fois suivantes, à l'aide de l'icone qui a été ajoutée sur votre bureau, ou encore par le raccourci Galaad créé dans le menu *"Démarrer"* de Windows. Votre installation est maintenant opérationnelle.

❑ *Drivers* additionnels

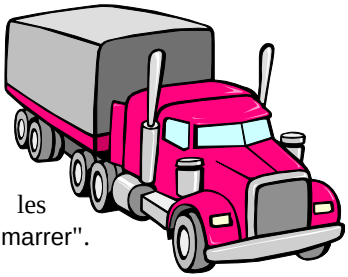
La communication entre Galaad et sa clef de licence branchée sur un port USB nécessite un *driver* qui est installé de façon silencieuse par le programme SETUP. Vous n'avez donc pas à vous en soucier *a priori*. Si toutefois ce *driver* n'a pas été installé correctement ou si vous avez installé le logiciel vous contentant de recopier une installation existante, et si Windows ne trouve pas tout seul le pilote de périphérique *ad hoc* dans ses bases de données, alors vous devrez procéder à son installation manuelle. Le CD et le site web de Galaad proposent un petit programme DONGLEDRIVER qui a le défaut d'être en Anglais et l'avantage d'être très simple à utiliser : vous le lancez et vous validez les pages en cliquant sur les boutons *"Next"* puis *"Install"* sans plus chercher à comprendre. La clef de licence doit être débranchée lors de cette installation.

Aménagement du territoire

Rappelons que **l'installation de Galaad ne fait aucun ajout de fichier hors de son répertoire**, sauf les raccourcis sur le bureau et le menu "Démarrer". Ceux-ci sont de classiques fichiers LNK détruits par Windows lorsque vous les supprimez

D'autre part, et si cela peut vous rassurer, les seules modifications apportées à la base de registre de Windows concernent l'association directe des fichiers GAL (fichiers de dessin) et GLI (librairies d'objets) à l'application Galaad, ainsi que les fichiers GAW (fichiers de tournage) à l'application Gawain, ce qui permet de lancer le logiciel en double-cliquant directement sur un nom de fichier. Soient trois petites clefs dans la base de registre. En outre, cette association fait apparaître les mini-icones Galaad associées aux noms de fichiers correspondants dans toutes les fenêtres gérés par Windows et vous procure ainsi une facilité d'identification accrue.

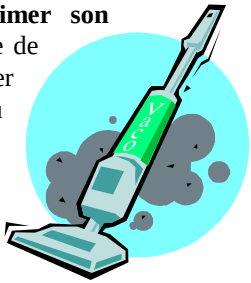
Déménagement



Si nécessaire, il est possible de transférer l'installation vers un autre répertoire à l'aide de l'Explorateur Windows en renommant le répertoire cible ou en le coupant/collant vers une autre unité de disque ou sous-répertoire. Aucun problème, Galaad se laisse transporter. N'oubliez pas de rediriger manuellement les raccourcis Windows du bureau et du menu "Démarrer".

Désinstallation

Il n'a pas été jugé nécessaire de créer un programme complet de désinstallation automatique de Galaad, vues l'extrême simplicité de cette installation et l'absence de fichiers hors de son répertoire cible.



Pour désinstaller Galaad, il suffit de supprimer son répertoire à l'aide de l'Explorateur Windows ou autre de même métal. C'est tout. Vous pouvez ensuite supprimer manuellement les raccourcis restés sur le bureau ou dans le menu "Démarrer". Windows effacera alors les fichiers LNK correspondants et il ne restera plus la moindre trace du passage de Galaad sur votre écran. *Requiescat in Pace*, et tant pis pour vous.

Si l'idée de conserver trois clefs Galaad dans la base de registre Windows vous empêche de dormir, vous pouvez les supprimer facilement : ces trois clefs concernent les liens entre les fichiers *.GAL (dessins Galaad) et le programme GALAAD.EXE ; *.GLI (librairies Galaad) et GALAAD.EXE ; et enfin entre *.GAW (dessins de tournage Gawain) et GAWAIN.EXE. Ces clefs ne servent plus après suppression de Galaad, n'occupent pas plus de quelques octets sur votre disque dur, ne captent aucune ressource système, et ne gênent aucune autre application, mais traquer jusqu'à la dernière petite poussière issue de Galaad est votre droit le plus strict.

Sur les versions de Windows antérieures à Vista, ouvrez l'explorateur de fichiers et appelez la commande "Outils / Options des dossiers", puis l'onglet "Types de fichiers". Descendez la liste jusqu'aux extensions GAL, GAW et GLI et effacez-les avec "Supprimer". Si le bouton est grisé, c'est que la clef a déjà été désaffectée. Le démarrage suivant de Windows achèvera le nettoyage.

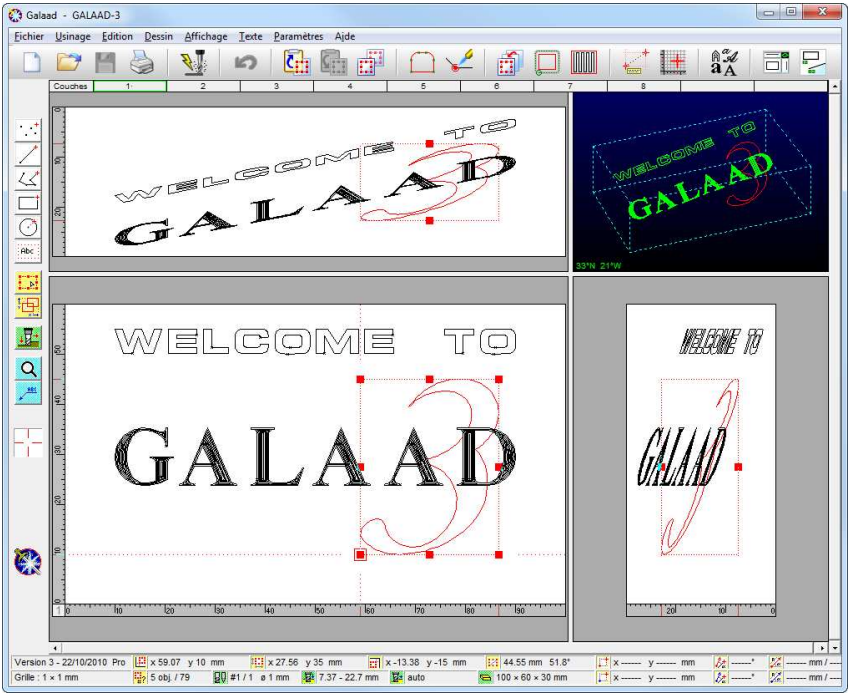
Sur les versions récentes de Windows, le nettoyage se fait tout seul à la suppression de l'application cible. Vous vous êtes inquiété pour rien.

2

APPRENONS A DESSINER

Contact

Au lancement, Galaad affiche une petite image plus ou moins décorative pour vous faire patienter, le temps de charger ses paramètres. Peut lui succéder immédiatement un message de rappel des conditions d'utilisation, pour le cas où vous ne disposeriez que d'une licence restreinte ou pas de licence du tout. La fenêtre de fond est celle avec laquelle vous allez peu à peu vous familiariser ; il s'agit de la fenêtre centrale de dessin et de contrôle.



Il se peut que la présentation vous paraisse un peu chargée à première vue. Mais vous allez très vite vous y faire : chaque icone et chaque zone d'affichage ont leur utilité. En outre, on peut facilement écrémer les fonctionnalités offertes dans les menus, les commandes et les icones de dessin. On verra comment, plus loin dans ce manuel, avec la mise en place des restrictions de l'environnement de travail. Mais n'anticipons pas et intéressons-nous pour le moment à ce qui est venu s'afficher sur l'écran.

La fenêtre de travail se divise en cinq zones distinctes :

- Au centre, votre **planche à dessin**. Réceptacle de votre génie créatif mené à sa quintessence graphique, elle se tient prête à être envoyée directement à la machine pour un usinage sans histoire. Bref, c'est dans cette zone que vous allez exacerber vos talents artistiques avec la modeste contribution technique de Galaad. On pourra visualiser cette pièce en simple vue de dessus ou avec des vues latérales et 3D.
- Tout en haut, la classique barre de **menus**. Elle vous donne accès aux fonctions de manipulation globale et de supervision de votre travail, classées par type de fonctionnalité. Rien de bien original. Même dans l'hémisphère sud, la barre de menus est en haut, paraît-il.
- Juste au dessous, la non moins classique barre de **commandes rapides**. Chaque icone ici présente est un raccourci pour accéder à une fonction d'un sous-menu, sans passer par la fastidieuse ouverture dudit. Pour donner dans le genre non-conformiste propre à Galaad, quelques icones sous-jacentes ont été ajoutées, qui se montrent lorsque la souris taquine leur maman.
- Sur la gauche de l'appareil, les **icones de dessin**. Vous trouverez là de quoi stimuler votre créativité, pour peu qu'elle manque d'additifs effervescents, et par conséquent de quoi former les objets composant votre dessin. Lorsque la souris passe sur les icones de base, un sous-groupe associé jaillit aussitôt pour affiner le choix.
- Reléguée tout en bas, enfin, la **zone d'affichage**. Un vrai marché aux puces où l'on trouve pêle-mêle toutes les informations possibles et plus ou moins utiles sur ce qui se passe dans le dessin à un moment donné, c'est à dire principalement des cotes, dimensions et angles.

Note à benêts : le but de ce manuel - même ces pages initiatiques - n'est pas de vous enseigner la pratique courante de l'interface Windows, supposée à peu près acquise ou tout au moins débroussaillée au moment où vous lisez ces lignes. Quelques petits rappels seront tout de même donnés ici et là par pure charité, mais ne vous attendez tout de même pas à un cours technique avancé sur les labyrinthes souterrains de Windows, lesquels sont nombreux, tortueux et parfois même logiques.

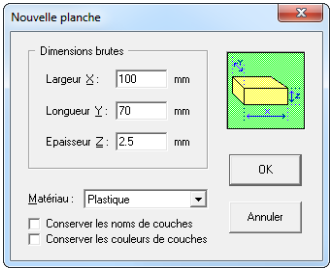
Premiers pas

Comme vous l'allez découvrir, dessiner avec Galaad n'est pas bien compliqué et ne requiert que peu d'aspirine. Il convient avant tout d'avoir à l'esprit que **vous dessinez des trajectoires d'outils** d'usinage et non pas un joli dessin à imprimer. Ne comparez surtout pas sa manipulation avec celle d'un éditeur d'images *bitmap*, de type *PaintBrush, PaintShop, PhotoShop, etc.* qui vous donne en fait accès à une mosaïque de pixels inertes.

Le module de CAO de Galaad est un éditeur graphique vectoriel, c'est à dire qu'un trait est constitué de deux points extrêmes cotés et reliés, et non pas un simple alignement de pixels noircis. La démarche demande plus de précision, et surtout une approche par la géométrie plutôt que par la peinture. Si vous avez déjà utilisé un logiciel de dessin vectoriel, comme par exemple CorelDraw ou Adobe-Illustrator, vous n'aurez aucun problème pour vous familiariser avec Galaad. Sa méthodologie de travail est identique.

Commençons par ouvrir le menu "Fichier" et cliquer sur la commande "Nouveau". Le dessin en cours fait aussitôt place nette. Vertige de la page blanche.

Il vous est alors demandé d'indiquer les **dimensions brutes** de votre nouveau matériau à usiner. Mesurez votre pièce et indiquez ses dimensions ici. Ces dimensions restent bien entendu modifiables par la suite avec la commande "Fichier / Dimensions brutes" dans le même menu. Validez vos dimensions et cliquez sur OK sans chercher à comprendre les paramètres annexes.



Commençons par quelque chose de simple comme une bête ligne droite. Allez chercher l'icone de "**ligne**" dans les icones de dessin à gauche de la planche, et ignorez la famille nombreuse qu'elle déroule. L'icone de base nous suffira bien assez. Cliquez dessus et revenez vers la planche.

Le pointeur de la souris a changé d'apparence. De curseur en forme de flèche oblique, il est devenu croix et rouge. Déplacez la souris : la croix se déplace et différents repères suivent le mouvement. Les marques glissent sur les réglettes et les coordonnées numériques en bas de l'écran sont remises à

jour en permanence. Cliquez un endroit quelconque sur la planche et relâchez le bouton de la souris.

A partir de cet instant, un trait de dessin suit vos déplacements pour les relier au point qui vient d'être fixé. En plus d'une position absolue, de nouvelles indications vous donnent la position relative, cartésienne et polaire, par rapport au point précédent. Positionnez le pointeur de manière à avoir un trait qui vous convienne, et cliquez à nouveau puis relâchez la souris.

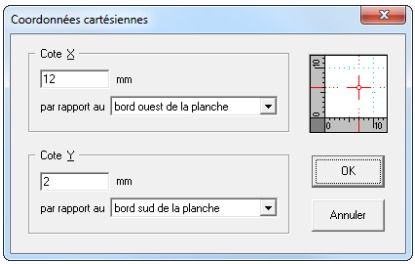
Galaad est immédiatement prêt à renouveler l'opération pour un autre trait. Essayons encore, mais avec une autre méthode : cliquez le premier point et gardez le bouton de la souris enfoncé, puis déplacez le pointeur en croix sur la planche pour positionner le deuxième point. Le résultat est identique. Vous pouvez donc cliquer-relâcher, déplacer et cliquer-relâcher, ou bien cliquer, déplacer et relâcher. A votre convenance.

Continuons avec les simples lignes. Le pointeur en croix est sur la planche, la souris est relâchée. Appuyez sur les petites **flèches** ← ↓ ↑ → **du clavier** : le pointeur bouge d'une graduation sur les réglettes.

Cotation simple

Avançons plus loin. Au lieu de cliquer avec la souris ou la barre d'espacement, appuyez sur la **touche** Entrée : il apparaît aussitôt une boîte de dialogue qui va vous permettre d'entrer directement une cote numérique.

Il vous suffit de taper la valeur de la position X, puis appuyer sur la touche de tabulation avant pour passer rapidement à la zone Y dans laquelle vous pouvez alors entrer la valeur de position. Pour terminer, vous devez cliquer sur le bouton OK ou appuyer sur la touche Entrée.

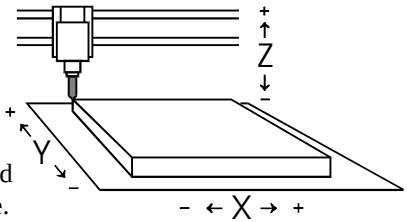


Il est bon de rappeler ici que cette touche de **tabulation avant** permet de passer d'une zone à la suivante dans les boîtes de dialogue. Accompagnée de la touche , elle devient tabulation arrière et fait passer à la zone précédente.

Ceci est valable pour tous vos logiciels Windows et pas seulement Galaad. **La touche Entrée valide la boîte de dialogue** tout entière en l'état. Détail : Galaad accepte aussi bien le point que la virgule comme **séparateur décimal**, même quand Windows n'accepte que la virgule. C'est tout de même plus pratique lorsqu'on entre une cote depuis le pavé numérique du clavier.

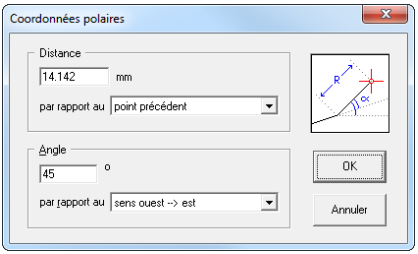
Rappel : la **convention d'orientation** utilisée dans Galaad définit comme "ouest" / "est" les directions X négative (vers la gauche) / positive (vers la droite) ; "sud" / "nord" les directions Y négative (vers le devant) / positive (vers l'arrière) ; et "bas" / "haut" les directions Z négative (vers la profondeur) / positive (vers le retrait), **repère mathématique orthonormé**.

Cette convention d'orientation reste valable pour le pilotage de la machine vue de l'opérateur. Attention, une profondeur d'usinage plus importante correspond donc à une descente de l'axe Z vers le sens négatif, même si Galaad indique les profondeurs en valeur absolue.



Vous avez sans doute remarqué que la boîte de dialogue de cotation offre de petites listes déroulantes donnant l'origine de la cote entrée. On peut donc s'en servir pour donner une cote cartésienne relative à un point autre que l'origine (0,0) de la planche située au coin sud-ouest. Gardez à l'esprit que, si vous entrez une cote par rapport à un point X lui-même situé plus à l'est ou Y plus au nord, ce sera probablement une **valeur négative**.

Pour revenir à notre pointeur de dessin, on s'aperçoit qu'il s'est fixé à la position saisie et que le clic de la souris a été appliqué. On sait donc maintenant entrer une **cote numérique cartésienne** pour une position absolue.



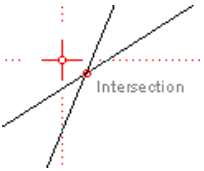
Pour entrer une cote numérique en **coordonnées polaires** (donc pour le deuxième point du trait), vous devez appuyer sur la combinaison de touches Ctrl Entrée. Ceci ouvre une boîte de dialogue similaire, hormis le fait que la coordonnée est de type (R,θ) au lieu de (X,Y).

Comme pour la cotation cartésienne, les valeurs apparaissant par défaut dans les zones de saisie numérique correspondent à la position du pointeur.

A ce stade de l'apprentissage, vous savez positionner et activer le pointeur de dessin, et aussi donner une cote numérique de position. Amusez-vous à dessiner des objets à l'aide d'icones de dessin autres que la simple ligne droite, par exemple des rectangles ou des cercles. Ne vous aventurez tout de même pas trop loin dans les icones de dessin qui se déroulent à partir des icones de base, et tenez-vous en aux icones blanches. Les autres icones jaunes, vertes et bleues ne concernent pas le dessin direct, comme on va le voir sous peu.

Accroches au vol

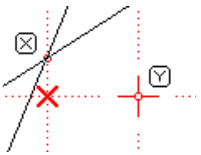
Si vous avez déjà quelque chose sur la planche, ne serait-ce qu'un trait simple, vous pouvez alors remarquer que le passage du pointeur en croix à proximité de l'objet déjà dessiné fait surgir un petit point rouge avec une indication succincte de position logique.



En appuyant sur la **barre d'espacement** Espace du clavier, vous "accrochez" automatiquement le pointeur de dessin sur le petit point rouge, c'est à dire que vous validez directement la position correspondante. Ceci vous facilitera grandement la tâche de pointage, en particulier sur des sommets de polygones, intersections, centres d'arcs, *etc.* S'il n'y a pas de petit point rouge, le pointage validé correspondra à la position courante du pointeur en croix.

A noter que le **bouton central** d'une souris à trois boutons (ou le bouton de roulette) fait la même chose sans aller tâtonner sur le clavier, quoique la barre d'espacement ne soit pas trop ardue à repérer. Pour opérer une accroche au vol correspondant à un clic qui serait fait avec le bouton droit de la souris, il suffit d'appuyer en même temps sur la touche ⇧ (flèche inerte de majuscule). Ceci vaut aussi pour le bouton central (ou roulette) de la souris.

Un peu plus compliqué, mais méritant mention, vous pouvez faire une **accroche en deux temps**, c'est à dire accrocher l'abscisse d'un petit point rouge puis accrocher ailleurs l'ordonnée d'un autre point (ou l'inverse) ou l'ordonnée de la position courante du pointeur.



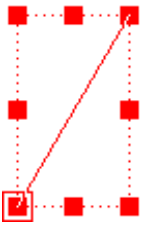
Il suffit de placer le pointeur à proximité du premier point concerné pour qu'il soit repéré et mis en valeur, puis d'appuyer sur la **touche** X **ou** Y **pour mémoriser temporairement** l'abscisse ou l'ordonnée. Il apparaît alors un axe rouge vertical ou horizontal qui traverse la planche, mais rien n'est encore joué et vous pouvez réitérer l'opération avec la même touche pour valider un autre point en cas d'erreur, ou bien carrément l'oublier en effectuant un pointage ordinaire. Déplacez ensuite le pointeur et venez chatouiller un autre petit point rouge quelque part ailleurs sur le dessin, puis appuyez sur l'autre touche Y ou X, celle que vous n'avez pas utilisée la première fois. Galaad validera alors automatiquement la position du point correspondant à cette abscisse et cette ordonnée, l'une des deux ayant été mémorisée de façon provisoire.

Manipulation d'objets

On va arrêter là le barbouillage de la planche et s'intéresser un peu à ce qu'il est possible de faire avec un élément de dessin déjà créé.

Glissez la souris vers la gauche et cliquez sur l'icone jaune de sélection sans vous occuper de ses consœurs.

La croix de dessin redevient aussitôt une flèche de pointage et le dernier objet dessiné se retrouve encadré par une matrice de huit cases rouges. Amusez-vous à cliquer sur les objets dessinés : le cadre se déplace de l'un à l'autre, le tracé de chaque objet prenant lui aussi la couleur rouge pour une meilleure identification. On dit alors que l'élément de dessin ainsi encadré est un **objet sélectionné**.



Cette notion est fondamentale. En effet, la méthodologie de travail de Galaad consiste à **sélectionner d'abord** des objets et **agir ensuite** sur les objets en question. D'autres logiciels de CAO font précisément l'inverse en demandant d'abord quelle action doit être diligentée et ensuite quels sont les objets qui en seront la cible. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients ; on ne va pas en débattre ici. Si vous avez déjà l'habitude d'une des deux méthodes, il ne reste qu'à espérer que ce soit la bonne.

Un objet n'est pas modifié par la sélection, bien que sa couleur change provisoirement pour le mettre en valeur. Par contre, il va être possible de le

torturer à l'aide des nombreux outils plus ou moins raffinés que Galaad met à votre disposition. Que la fête commence.

La première chose qu'on puisse faire avec un objet sélectionné est bien évidemment de le **supprimer**. Rien de plus simple : appuyez sur la touche Suppr du clavier ou allez chercher la commande "Edition / Effacer". L'objet et la matrice de sélection disparaissent. Vous pouvez **annuler** cette suppression avec la touche ← (*BackSpace* ou retour en arrière) située en général juste au-dessus de la touche Entrée sur un clavier en bonne santé, ou bien avec la commande "Edition / Annuler" ou encore l'icone correspondante.

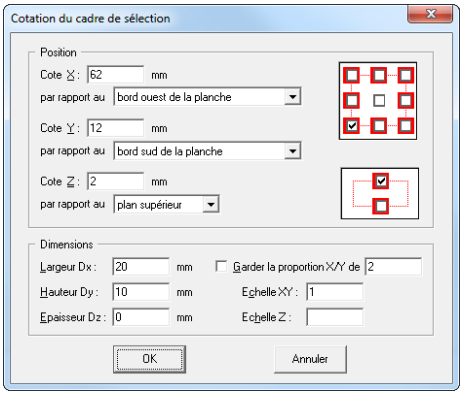
La deuxième chose qui nous intéresse peut être de **repositionner** cet objet. Il vous suffit de faire glisser la souris à l'intérieur du cadre de sélection, de cliquer avec le bouton gauche de la souris qu'on va garder enfoncé, et de déplacer la souris. Le cadre de sélection suit vos mouvements. Relâchez le bouton pour fixer la nouvelle position. Pendant ce temps, les marqueurs sur les réglettes et les coordonnées de la zone d'affichage sont remis à jour.

Plus amusant : cliquez sur une des **cases médianes rouges** de la matrice avec le bouton gauche de la souris que vous maintenez enfoncé, déplacez la souris et relâchez. Le cadre s'est agrandi ou rétréci pour suivre le mouvement, et l'objet a donc changé de dimensions. En utilisant les **cases diagonales**, on s'aperçoit que l'objet change de dimensions tout en conservant une proportion constante sur les deux axes X et Y. Ceci vous permet de modifier globalement la taille de votre objet sélectionné sans en changer l'apparence générale.

Accroches au vol, *bis repetita* : lorsque vous déplacez, agrandissez ou réduisez un objet sélectionné, la présence d'un autre objet dans le voisinage fait apparaître des axes d'alignement de couleur orangée, près des bords ou du centre. Pour s'aligner automatiquement sur un axe apparent, il suffit d'appuyer sur la **barre d'espacement** Espace du clavier sans relâcher le bouton de la souris. Les touches X ou Y font une accroche partielle pour n'aligner qu'un axe lorsque deux sont apparents.

Vous vous rappelez sans doute que la touche Entrée faisait surgir une boîte de dialogue de cotation au clavier. Eh bien cette petite facilité reste active pour la plupart des fonctions de dessin et de manipulation de Galaad. Appuyons donc sur cette fameuse touche Entrée.

Aussitôt, une nouvelle boîte de dialogue surgit au milieu de l'écran. Vous pouvez indiquer la **position** de votre objet dans la partie supérieure et ses **dimensions** dans la partie inférieure. La position XY de votre objet correspond par défaut au coin sud-ouest de son cadre de sélection, mais vous pouvez utiliser d'autres références en cliquant sur les **cases rouges**.


Cotation du cadre de sélection
Position
Cote X : 62 mm
par rapport au bord ouest de la planche
Cote Y : 12 mm
par rapport au bord sud de la planche
Cote Z : 2 mm
par rapport au plan supérieur
Dimensions
Largeur Dx : 20 mm
Garder la proportion X/Y de 2
Hauteur Dy : 10 mm
Echelle XY : 1
Epaisseur Dz : 0 mm
Echelle Z :
OK
Annuler

Vous remarquerez assez vite que Galaad n'aime pas beaucoup que vos objets cherchent à s'évader de la planche à dessin, surtout quand vous entrez une cote numérique au clavier. Etant donné que votre planche représente la pièce brute à usiner, il semble assez logique que des trajectoires d'usinage en dehors de cette pièce n'aient guère de sens.

A ce stade des opérations, vous savez **dessiner** des objets de base, **accrocher** des points déjà existants, **coter** des positions, **sélectionner** les objets dessinés et les **supprimer** ou les **manipuler**.

Nous allons maintenant sélectionner plusieurs objets en même temps pour les manipuler ensemble. Plusieurs possibilités s'offrent à vous. La première consiste à cliquer sur notre icone de sélection (si le pointeur de souris est une croix de dessin) puis délimiter une zone rectangulaire sur la planche au lieu d'un simple pointage instantané. Pour ce faire, cliquez avec le bouton gauche de la souris **que vous maintenez enfoncé**, éloignez la souris et relâchez le bouton. Un rectangle pointillé rouge a délimité la zone cartésienne couverte, et tous les objets contenus dans cette zone ont été sélectionnés. Si vous n'en avez attrapé qu'un seul - ou *a fortiori* aucun - recommencez l'opération. Vous avez plusieurs objets sélectionnés que vous pouvez manipuler comme s'ils n'étaient qu'un seul : position, taille, suppression, *etc.*

Autre possibilité : sélectionnez un ou plusieurs objets, puis **appuyez sur la touche** ⇧ du clavier (flèche inerte de majuscule) et cliquez sur d'autres objets tout en gardant cette touche enfoncée. Contrairement à ce qui se passait jusqu'à présent, les nouveaux objets sont sélectionnés sans que les précédents ne soient désélectionnés au préalable. Vous pouvez continuer comme ça jusqu'à plus soif, y compris en délimitant des zones de sélection. Réciproquement, si vous cliquez sur un objet déjà sélectionné parmi d'autres avec cette touche ⇧ enfoncée, il sera désélectionné.

Ajoutons pour la forme qu'il existe beaucoup d'autres méthodes de sélection, notamment par filtrage automatique, et aussi une possibilité de verrouillage empêchant la sélection. Mais ce sont là des fonctions à découvrir un peu plus tard.

Astuce : lorsqu'un ou plusieurs objets sont sélectionnés, le fait d'appuyer sur les **petites flèches** ← ↓ ↑ → du clavier déplace directement le cadre de sélection - et les objets avec - d'un pas correspondant à une graduation sur les réglettes (même si celles-ci ne sont pas affichées), comme pour le déplacement de la croix de dessin. Ceci peut éventuellement vous aider à ajuster les objets avec plus de précision que la souris et nous amène tout droit à parler de pas de déplacement et de grille magnétique.

❑ La grille magnétique

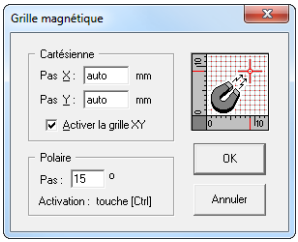
Comme vous l'avez certainement remarqué, le pointeur de dessin en croix et les objets sélectionnés ne peuvent être déplacés que par petits sauts d'une longueur qui correspond aux **graduations des réglettes** latérales. C'est une caractéristique habituelle des logiciels de dessin vectoriel qui doivent s'affranchir de la résolution graphique de l'écran en s'appuyant sur une matrice complètement indépendante des pixels, lesquels n'ont aucune valeur exprimable par cotation. Cette matrice est invisible, mais son influence sur le dessin n'en est pas moins importante.

Par défaut, le pas des graduations des réglettes est de 1 mm, sauf si vous avez une planche à dessin très grande ou au contraire très petite. Il nous est donc à première vue impossible de construire ou positionner un objet en se plaçant à une cote non entière. Notons tout de même que **les cotes numériques entrées au clavier ne sont jamais arrondies**. Du moins pas plus qu'au

1/1000ème, ce qui devrait suffire à couvrir l'essentiel des besoins. Galaad considère en effet que si vous avez indiqué une position par cotation numérique, il n'a pas le droit de modifier cette position à sa guise pour l'ajuster sur la grille. Elle reste donc inchangée.

Il peut néanmoins s'avérer utile d'adapter le pas de la grille à une situation particulière. Pour ce faire, vous devez appeler la commande "Dessin / Grille magnétique / Régler" dans la barre de menus (un raccourci rapide existe dans la barre de commandes en haut de l'écran).

Une boîte de dialogue permet de régler les pas de la grille, c'est à dire les arrondis de position. Une **case vide** (ou "**auto**") indique que l'arrondi se fera sur les graduations fines de la réglette, variant donc avec le zoom. Sans doute de loin le meilleur mode. La **grille polaire** arrondit l'angle de pente de la ligne en cours de dessin, lorsqu'on appuie sur la touche Ctrl.



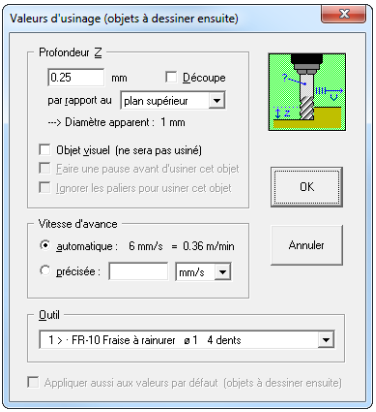
Vous pouvez aussi désactiver la grille pour travailler avec le simple pixel de l'écran pour seule unité de déplacement, mais ce n'est pas recommandé pour un travail précis et confortable, surtout que cette unité va se mettre à varier avec le zoom. Cette grille magnétique est à votre disposition et ne s'use même pas si vous vous en servez. Ne la négligez pas.

❑ *De Profundis*

Les merveilles de la création artistique ne doivent pas faire oublier que le but ultime et pas si lointain de Galaad reste de piloter une machine-outil à commande numérique destinée à l'usinage par fraisage. Ceci suppose que les objets dessinés acquièrent au moins trois paramètres supplémentaires : la profondeur du sillon de fraisage, de découpe ou de gravure, la vitesse de mouvement et l'affectation d'outils à usiner.

Cliquez sur l'icone verte à gauche de la planche, toujours sans vous soucier de ses congénères surgissantes.

Il jaillit aussitôt une nouvelle boîte de dialogue qui vous offre la possibilité d'indiquer une **profondeur** d'usinage pour les objets à dessiner, ainsi qu'une **vitesse d'avance** pour le mouvement d'usinage, et enfin l'**outil** qui sera mis à contribution pour tailler ces objets. On trouve aussi d'autres paramètres avancés qui serviront plus tard.



Vous pouvez donner ici une nouvelle profondeur d'usinage à vos objets.

Si vous n'êtes pas encore familier avec les ordres de grandeurs des vitesses d'avance, laissez Galaad les calculer automatiquement. L'approximation faite par le logiciel est calculée assez largement par défaut, en prenant en compte la dureté du matériau à usiner, les caractéristiques physiques de l'outil (profil, diamètre, denture, rotation) et la profondeur des passes d'usinage. Vous aurez le temps d'apprendre peu à peu à évaluer les ordres de grandeur sans risquer de casser des outils coûteux en allant trop vite. Votre expérience des vitesses se fera bien assez rapidement, si l'on ose dire.

Lorsque vous validez cette boîte de dialogue en cliquant sur OK (ou en appuyant sur Entrée), les **objets sélectionnés** reçoivent immédiatement les nouvelles caractéristiques indiquées. Si aucun objet n'était sélectionné, vos indications ne sont pas parties dans le vide pour autant : elles concerneront les **prochains objets** que vous dessinerez par la suite avec les icones de dessin et jusqu'au prochain rappel de cette boîte de dialogue.

Important corollaire : **vous pouvez avoir autant de profondeurs et de vitesses différentes que d'objets sur la planche**. Ces deux paramètres sont complètement indépendants et ne sont pas liés à un outil, une couleur ou à une passe d'usinage comme sur certains logiciels de FAO. En outre, vous pouvez avoir autant d'objets sur la planche qu'il vous plaira, dans la limite des places disponibles, c'est à dire la capacité mémoire de votre ordinateur. Avec les PC actuels, ça laisse du champ à votre créativité. Ajoutons encore que vous pouvez même dessiner des objets 3D qui ont donc une profondeur variable, comme on verra plus loin. Mais n'anticipons pas, parce que ça deviendra alors un peu plus compliqué et le but du présent chapitre n'est que de vous aider à effectuer vos premières armes.

Vous savez maintenant **dessiner** des objets, les **supprimer**, les **repositionner** sur la planche, les **agrandir** ou **réduire**, et enfin définir leurs **valeurs d'usinage**. Vous êtes donc prêt à utiliser cette fraiseuse qui piaffe d'impatience et tire déjà sur son câble. Allez, dernier petit détour par le zoom.

Zoom

Il est utile de pouvoir agrandir une partie de la planche pour vérifier le tracé des objets dessinés ou les ajuster. Une série de fonctions va vous aider, mais nous nous contenterons ici de voir les deux premières.

Vous l'aviez sans doute remarquée au premier coup d'œil, cette icone bleue qui a un air sincère de déjà-vu. Allons, cliquez dessus.

Vous pouvez maintenant **délimiter une zone** de la planche à agrandir, ou bien un **simple point** autour duquel Galaad agrandira la vue d'un facteur 2. Dans ce dernier cas, il suffit de cliquer et relâcher à la même position.

Pour revenir à un affichage global de la planche, déroulez les icones de zoom et attrapez sa première suivante.

Petite astuce : il est possible de faire un **zoom "au vol"** avec la touche PgDn (ou PgDn) du clavier. Galaad agrandira la zone située autour du pointeur de la souris, sans pour autant interrompre la fonction de dessin ou manipulation en cours comme le ferait l'icone de zoom. Cette opération est réitérable *ad nauseam*, et l'on peut revenir en arrière avec la touche PgUp (ou PgUp).

Si vous disposez d'une **souris à roulette**, celle-ci fait les mêmes opérations de zoom sans toucher au clavier (le sens du zoom peut être inversé). Ceci facilite les accroches au vol dans des zones encombrées : on zoome pour agrandir l'endroit où une accroche intéresse, après y avoir positionné la souris, on accroche le point, puis on fait un zoom arrière pour la suite.

La fenêtre de zoom peut être déplacée avec le bouton central (ou roulette) de la souris : il suffit de cliquer, garder le bouton enfoncé, et faire glisser la vue dans la direction voulue. Cette possibilité reste valide **même en cours de dessin** alors que le pointeur rouge en croix est actif.

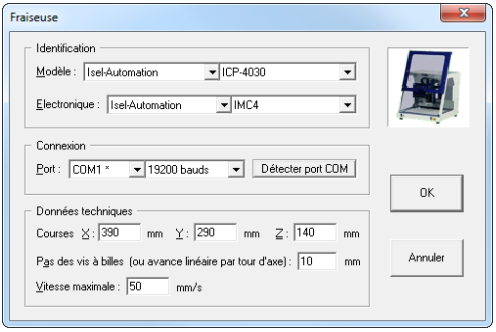
3

00011

APPRENONS A USINER

Contrôle technique

Avant la mise à feu de votre fraiseuse, il peut être opportun de jeter un coup d'œil sur ses caractéristiques particulières telles que Galaad les imagine. On pourra ainsi éviter quelques malentendus, dans le cas où un paramètre ne serait pas dans le rang. Montez tout droit dans la barre de menus sans passer par la case départ, et passez la commande "Paramètres / Fraiseuse / Principaux". Ceci sert d'ouvre-boîte de dialogue pour un modèle qui affiche une synthèse très sommaire des caractéristiques techniques de votre fraiseuse.


Fraiseuse
Identification
Modèle : Isel-Automation ICP-4030
Electronique : Isel-Automation IMC4
Connexion
Port : COM1 * 19200 bauds
Détecter port COM
Données techniques
Courses X : 390 mm Y : 290 mm Z : 140 mm
Pas des vis à billes (ou avance linéaire par tour d'axe) : 10 mm
Vitesse maximale : 50 mm/s
OK
Annuler

Si tout va bien, vous retrouvez ici les paramètres indiqués lors de l'installation de Galaad, pour peu que vous ayez défini une machine d'usinage à ce moment. Dans le cas contraire, il n'est pas trop tard pour vérifier les paramètres en question, du moins ceux affichés.

On supposera que vous connaissez le modèle de votre fraiseuse ou, à défaut, le modèle de sa commande électronique. Si ce n'est pas le cas, il est temps de renouer avec votre vendeur. Mais auparavant, cherchez bien si ce modèle n'est pas indiqué sur la machine, de préférence dans l'endroit le plus inaccessible. Le fait d'**indiquer un modèle erroné n'est pas grave**. Ni votre fraiseuse ni votre ordinateur ne risquent d'en souffrir dans leur chair tendre. Au pire, il ne se produira rien lorsque vous en attendrez une réaction. Dans le doute, le mieux est donc d'essayer. De l'audace !

Détail d'importance, vous avez probablement branché un câble entre votre ordinateur et votre machine. Si ce n'est pas le cas, il ne serait pas impossible que Galaad ait du mal à contrôler la commande numérique. Les progrès en réseaux sans fil sont certes étonnants, mais un moyen de communication bêtement physique reste hélas nécessaire à l'heure actuelle pour la plupart des machines connues de Galaad. Et puisqu'on est sur le sujet, certains modèles anciens ont un câble asymétrique dont une extrémité doit être branchée impérativement sur le PC et l'autre sur la fraiseuse.

Pour s'épancher à travers ce câble, Galaad a besoin de savoir quel **port de communication** est mis à contribution. Même si la mode est à l'USB, encore beaucoup de commandes numériques reçoivent leurs ordres par liaison série RS-232. Il convient donc d'indiquer au logiciel à quel port de votre ordinateur vous avez connecté ce fameux câble. Sur un ordinateur un peu ancien, le cas général est le branchement de la machine sur le port série COM1 ou COM2. Sur un ordinateur récent, il est plus probable que vous passerez par un convertisseur USB-Série, lequel sera vu par les logiciels comme un port série classique, mais avec un numéro au-delà de COM2. Dans la liste déroulante, **Galaad affiche un petit astérisque après le numéro des ports COM existants**, qu'ils soient réels ou virtuels. A vous d'essayer, ça ne cause pas de dégâts collatéraux à l'ordinateur ni aux autres logiciels même actifs.

Vous remarquerez que le voisinage de cette sélection permet de bricoler la **vitesse de transmission**. Si vous avez choisi un modèle existant dans la liste des machines, le mieux est de ne pas toucher. Mettre une vitesse de transmission plus élevée ne fera pas marcher votre fraiseuse plus vite.

Au fait, vous n'avez peut-être simplement **aucune fraiseuse** connectée à l'ordinateur sur lequel vous êtes en train de travailler. Dans ce cas, indiquez "**Aucune machine**" comme modèle et "**Aucun**" comme port. La fraiseuse sera donc virtuelle, mais vous pourrez tout de même suivre le processus d'usinage.

Validez cette fenêtre en cliquant sur OK si vous y avez changé quelque chose ou, sinon, cliquez tout de même sur OK. On ne sait jamais.

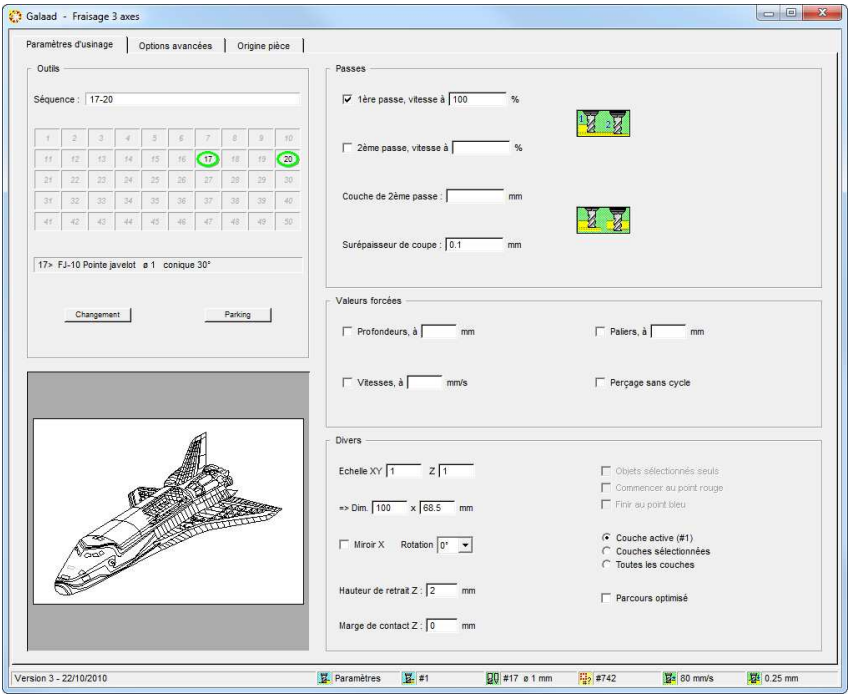
❑ Visite guidée du pas de tir

Votre planche à dessin contient les merveilles tout droit issues de votre créativité féconde ; les paramètres de votre fraiseuse vous semblent corrects ; celle-ci s'impatiente et s'énerve déjà ; la fenêtre de tir est bonne ; votre ceinture est attachée. Il n'y a donc plus aucune raison de différer plus longtemps l'usinage. L'autorisation de lancement se trouve dans "Usinage / Fraisage standard 3 axes". Allons-y, bon pour commande.

Une digression, déjà : vous avez peut-être oublié de mettre votre machine sous tension. Le bon vieil adage informatique *"ça marche mieux quand on branche"* fait parfois de vrais miracles. Mais la plupart des fraiseuses bien

élevées ont heureusement le bon goût d'allumer un quelconque voyant quand elles sont sous tension. Si rien ne brille de ce côté, vous avez la permission de détacher votre ceinture pour aller vérifier de plus près. Accessoirement, certaines commandes numériques doivent non seulement être mises sous tension, mais en plus leur **étage de puissance** doit être armé et le **capot de sécurité** de la machine refermé. On vérifie donc tout ça.

Pendant ce temps, Galaad en a profité pour vous envoyer une boîte de dialogue modèle familial dans laquelle on trouve de tout. Pas de panique, vous ne risquez rien, même en cliquant tous azimuts si ça vous amuse.



On ne va pas examiner maintenant toutes les options offertes sans la moindre pudeur par cette fenêtre. Vous avez tout de même déjà remarqué que votre dessin s'y trouve en bonne place. Le seul paramètre d'usinage qui nous intéresse à ce stade est la séquence d'outils, affichée au-dessus du dessin.

Si vous avez dessiné des objets avec plusieurs outils différents, ceux-ci sont actifs dans les cases correspondantes de la matrice. En l'absence de séquence définie, ces cases sont uniformément jaunes et attendent votre sélection. Il suffit de cliquer sur les outils à usiner, en suivant l'ordre dans lequel vous souhaitez les voir appeler. Un outil sélectionné pour l'usinage est cerclé de vert ; un outil que vous avez rejeté est barré d'une croix rouge. Une fois le parcours d'un outil achevé, sa case est barrée de jaune.

Cette notion est donc importante : **il vous appartient de choisir la séquence d'appel des outils pour l'usinage**. En l'absence de séquence, c'est à dire si vous laissez les cases uniformément jaunes, les outils seront appelés tout simplement dans l'ordre de leurs numéros.

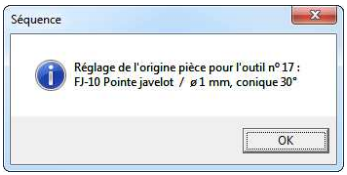
Quelques caractéristiques des outils sont rappelées sous la matrice de sélection. Lorsque la souris passe sur un outil utilisé, elles sont affichées. Le reste du temps, ces caractéristiques correspondent au premier outil de la séquence, celui qui va être appelé pour le parcours à effectuer.

Il est possible que vous n'ayez dessiné qu'avec un seul outil. Dans ce cas, la séquence devient assez évidente, et il est inutile de s'attarder. Quoi qu'il en soit, on passe à la phase suivante. Montez l'outil pressenti sur le mandrin de broche et cliquez en haut sur l'onglet "Origine pièce" ou appuyez sur Entrée.

❑ Origine pièce

La page de paramètres d'usinage disparaît pour laisser place à la page de réglage de l'origine pièce, non moins fournie en zones de contrôle.

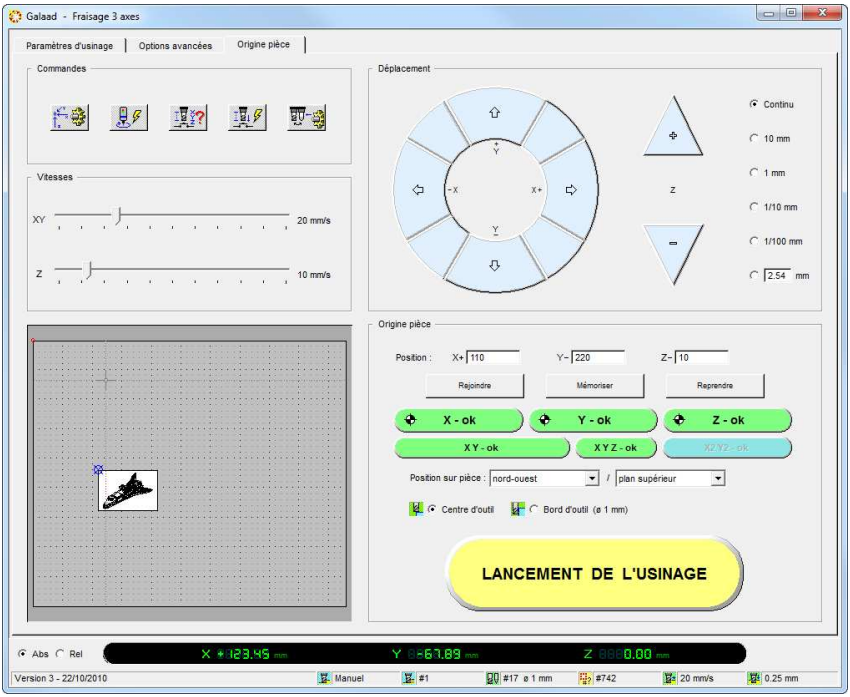
Un petit message est d'ailleurs venu se superposer à cette page et vous rappelle quel outil est appelé pour l'usinage. Cliquez sur OK ; vous n'avez pas le choix.



Le dialogue entre votre logiciel préféré et votre commande numérique idoine s'ouvre dès validation du message de présentation d'outil. Cette première ouverture peut parfois durer quelques longues secondes selon le type de machine et si celle-ci vient d'être arrachée au sommeil.

Si l'ouverture du dialogue ne débouche pas sur un résultat correct, un message viendra vous signaler la nature du problème. Galaad essaie pendant dix petites secondes d'établir une communication stable avec la machine. En cas de défaillance, on propose de réessayer. Vérifiez d'abord pourquoi ça ne passe pas. Dans l'ordre de la *check-list* : mise sous tension, branchement du câble, paramètres de fraiseuse dans Galaad.

Mais on peut être optimiste et imaginer que tout s'est bien passé. Le dialogue avec la commande numérique est établi et la machine a éventuellement effectué une course de référence pour recaler son point zéro. Revenons donc à notre origine pièce.



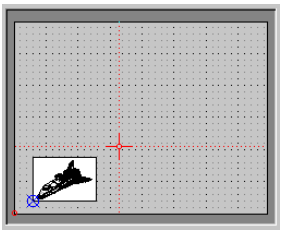
Il s'agit maintenant d'indiquer à Galaad où se trouve la pièce à usiner sur le plateau de votre machine. Vous la voyez, certes, mais lui ne la voit pas. Il n'en connaît que les dimensions et les tracés à usiner. Il va donc falloir lui **donner un point de référence** XYZ et **préciser où se trouve la pièce par rapport à ce point**.

Au fait, n'oubliez pas de mettre une pièce à usiner. Mais si vous voulez juste faire un essai sans rien casser, cela a effectivement moins d'importance.

Le processus consiste à piloter manuellement la pointe de l'outil vers le point de référence, axe par axe. Utilisez les boutons de déplacement X, Y et Z. Lorsque vous cliquez sur un bouton, le mouvement est continu et se prolonge jusqu'à relâchement. Vous pouvez aussi utiliser les flèches du clavier.

Important : le **bouton droit** de la souris déplace les axes à faible vitesse (ou la touche Ctrl). Très utile pour finaliser une prise d'origine pièce sur un axe donné. Si vous voulez faire un mouvement de longueur plafonnée, utilisez les **boutons-radio** de droite qui indiquent des longueurs. Le mouvement s'arrête dès que vous relâchez la commande ou que la distance a été couverte.

Accessoire, mais pratique : la **roulette de la souris** déplace par incréments de 1/100ème de millimètre (ou 1/1000ème de pouce selon l'unité utilisée) le dernier axe qui a bougé, du moins si l'un des axes a bougé depuis moins d'une minute. Très utile pour les réglages fins, surtout sur Z.



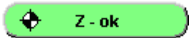
Dans la fenêtre de prévisualisation, un curseur en croix se déplace en même temps que les axes. Si vous n'avez pas de fraiseuse connectée, il est d'ailleurs le seul à se déplacer. Vous pouvez même **double-cliquer directement** une position XY dans cette surface. Les coordonnées sont données par les afficheurs LED en bas.

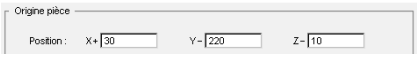
Vous pouvez aussi entrer une **position numérique** à rejoindre en cliquant sur ces afficheurs LED, ou en appuyant sur les touches X, Y ou Z au clavier.

Mais le but n'est pas seulement de faire bouger la machine le long de ses axes. Galaad connaît certes en permanence la position de la pointe d'outil, mais il ne sait toujours pas où se trouve la pièce à usiner sur la machine.

Déplacez donc la broche sur les axes X et Y de façon à la positionner au-dessus de la pièce, de préférence au centre de celle-ci. Utilisez ensuite les mouvements Z pour descendre l'outil à faible distance de la surface supérieure de la pièce, quelque chose comme 1 ou 2 mm. Allez-y doucement, les outils sont chers et un accident est vite arrivé. Utilisez ensuite le bouton droit de la

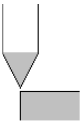
souris et descendez doucement jusqu'à ce que la pointe d'outil affleure la surface de la pièce sans la pénétrer. Opérez éventuellement le réglage final avec la roulette de la souris. L'outil doit juste toucher la surface.

Votre origine pièce est bonne pour l'axe Z. Cliquez sur le bouton vert de **validation de la position Z** : 

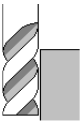


La position Z "monte" alors dans la case Z de l'origine pièce.

Repassez maintenant en déplacement continu et remontez un peu la pointe de l'outil (si Galaad ne s'en est pas déjà chargé), puis amenez-la vers le bord gauche - ou ouest - de la pièce.



Une fois proche du bord, repassez en déplacement lent, ou par segments de 1/10ème de millimètre, et ajustez la position de façon à faire coïncider au mieux la pointe de l'outil avec le bord de la pièce. N'hésitez pas à redescendre l'axe Z pour améliorer l'ajustage.



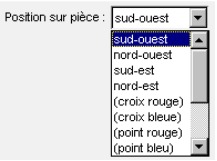
Si l'outil utilisé est de type cylindrique ou hémisphérique, il est en général plus facile d'ajuster sa position de façon à faire affleurer le bord de son cylindre avec le bord vertical de la pièce. Le diamètre de l'outil étant connu, Galaad se chargera de corriger la position.

Dans ce dernier cas, n'oubliez pas de cliquer sur l'option "Bord d'outil" au lieu de "Centre d'outil", juste au dessus du gros bouton jaune de lancement. Galaad doit savoir quel type d'ajustage vous avez effectué pour apporter une éventuelle correction. Le profil d'outil n'est pas une référence obligatoire.

Votre origine pièce est bonne pour l'axe X. Cliquez sur le bouton vert correspondant :
.

Faites enfin pour l'axe Y la même opération que pour l'axe X, en approchant le bord sud de la pièce, et validez son bouton vert. Avec un outil conique, il est possible de faire une approche simultanée des axes X et Y sur le coin sud-ouest de la pièce pour gagner du temps, et valider en même temps les deux positions. On peut même faire les trois axes d'un seul coup, mais **il est recommandé de faire l'approche de l'axe Z vers le milieu de la pièce** plutôt que sur un bord ou un coin, ceci afin d'accroître la précision.

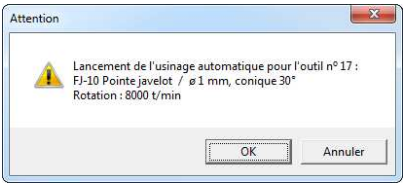
Sans donner trop de détails, notez au passage que vous pouvez décider d'approcher d'autres points de référence que les bords sud et ouest de la pièce. Il suffit de prévenir le logiciel par le biais de la petite liste combo qui détermine la position sur pièce.



Lorsque vous faites votre approche d'origine pièce, Galaad connaît en effet les positions que vous validez, et donc au final la coordonnée du point origine, mais encore faut-il lui indiquer où se trouve la pièce par rapport à ce point. La technique habituelle veut qu'on approche le coin sud-ouest ou nord-ouest, mais ceci n'a rien d'obligatoire. L'important est que votre approche et l'orientation indiquée au logiciel soient cohérentes.

Mise à feu

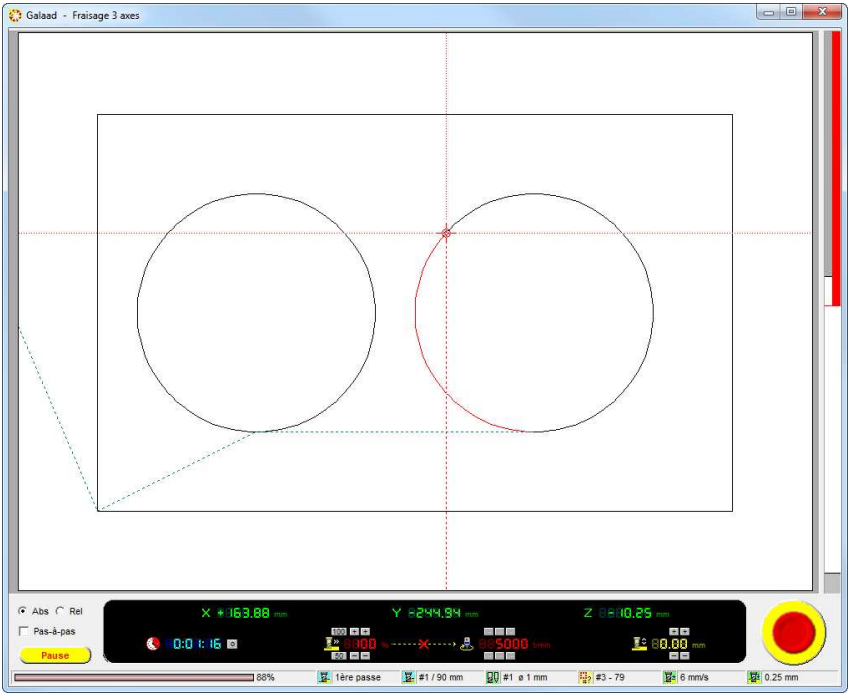
La position de l'origine pièce a été validée pour les trois axes. Galaad sait maintenant tout ce qu'il voulait savoir, c'est à dire où se trouve le point origine, et où se trouve votre pièce par rapport à ce point. Attachez vos ceintures, décollage immédiat. Vous pouvez cliquer sur le gros bouton jaune de "Lancement de l'usinage" ; ça vous démangeait depuis un moment.


Attention
Lancement de l'usinage automatique pour l'outil n° 17 :
FJ-10 Pointe javelot / ø 1 mm, conique 30°
Rotation : 8000 t/min
OK
Annuler

L'outil est rétracté s'il est en position basse, et un dernier message vous prévient de l'imminence du départ de l'usinage. Vous pouvez encore annuler à ce stade, mais c'est votre dernière chance.

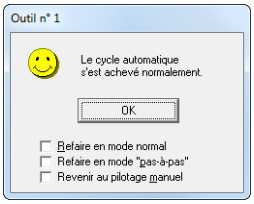
Le fait de **valider ce message lance immédiatement le processus d'usinage automatique**. Si votre broche ne démarre pas toute seule, c'est le moment de la mettre en route et de régler sa vitesse de rotation. Dès validation du message, l'outil est déplacé vers le point d'entrée du premier objet à usiner, descend ensuite au contact avec la surface supérieure de la pièce, attaque le perçage puis l'avance horizontale et enfin remonte pour rejoindre l'objet suivant. La séquence suivie correspond à l'ordre dans lequel les objets ont été

dessinés, mais on verra qu'il existe des moyens de bricoler cette séquence. On essaiera de penser à vous en toucher un mot.



Quelques mini-boutons en bas de la fenêtre vous permettent de corriger globalement la **vitesse d'avance** ou la **position Z** ou par incréments.

Une fois le cycle d'usinage achevé, Galaad éteint la broche et renvoie l'outil à sa position de parking. La pièce peut alors être démontée de son support, à moins qu'un autre outil ne soit appelé à son tour, auquel cas le logiciel revient à l'écran de prise d'origine pièce.



Votre pièce est usinée, et vous-même connaissez maintenant la marche à suivre. On reviendra plus tard sur les autres paramètres et options avancées de l'usinage. Pour le moment, vous avez vu l'essentiel de la procédure.

4

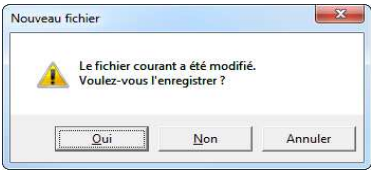
00100

APPRENONS A ENREGISTRER

Dessin courant

Avant même de vous attaquer à la création de dessins plus extraordinaires les uns que les autres, commencez par quitter Galaad de façon provisoire voire péremptoire. Cliquez d'un geste sûr sur le bouton de fermeture de la fenêtre ou passez la commande "Fichier / Quitter Galaad". Voilà Galaad refermé vite fait. Ce logiciel sait s'effacer devant son maître.

Relancez-le maintenant en double-cliquant sur son icone sur le bureau ou en activant sa ligne de commande dans le menu "Démarrer > Programmes > Galaad". Après les quelques civilités d'usage, vous remarquez que le logiciel vous a ramené sans encombre dans **le même environnement de travail**, avec exactement **le même dessin** sur la planche. Ceci est une petite particularité de Galaad qui s'abstient de vous demander d'enregistrer votre dessin avant de quitter. Vous pouvez donc très bien travailler sur un dessin en plusieurs fois sans avoir à l'enregistrer en lui donnant un nom.



Inversement, si vous demandez l'initialisation d'un nouveau fichier ou l'ouverture d'un fichier existant, il vous faudra enregistrer au préalable le dessin courant, sous peine de le perdre.

Si le principe de sauvegarde automatique du dessin vous pose des problèmes de conscience, d'habitude, de méthode, ou même de réseau, sachez que vous pouvez toujours le désactiver dans les paramètres avancés de l'environnement de travail. A vous de choisir, mais rappelons qu'il est actif par défaut à l'installation du logiciel.

A noter que l'enregistrement automatique et périodique du dessin en cours se fait vers ce fichier d'environnement, non vers le fichier final auquel vous avez donné un nom et attribué un dossier.

D'autre part, le fait de double-cliquer sur un fichier GAL ouvre automatiquement Galaad sur ce fichier. Mais si le dessin courant n'a pas été enregistré, il est bien évident qu'une invite en ce sens vous sera préalablement proposée. Ceci revient en fait à lancer Galaad puis ouvrir le fichier en question. Vous pouvez donc double-cliquer sans crainte sur tous les fichiers GAL qui passent à portée de votre Explorateur. Ceci n'est sans doute pas une fonctionnalité très utile, mais autant la mentionner.

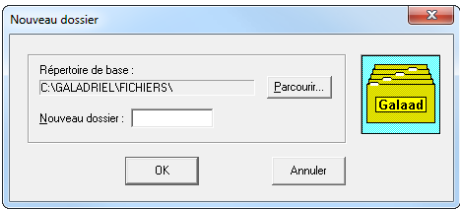
Fichiers et dossiers

L'installation complète de Galaad transfère sur le disque dur des exemples de dessins rangés dans quelques dossiers. Une bonne organisation des arborescences de répertoires de votre disque est une solide garantie de retrouver facilement vos fichiers. Il est donc souhaitable de ne pas jeter pêle-mêle vos dessins sur le disque dur comme de vieux habits dans un coffre. Windows et Galaad sont heureux de vous offrir la possibilité de vous organiser de façon optimale. Outre les manipulations à l'aide de l'explorateur de fichiers, Windows vous permet de supprimer ou renommer un fichier ou un dossier au passage lorsque vous ouvrez une boîte de dialogue de sélection de fichier. C'est fort probablement de cette façon que vous ferez du nettoyage par le vide. Ne vous en privez surtout pas.

Galaad, pour sa part, vous suggère de ranger vos dessins dans le sous-répertoire FICHIERS de son répertoire d'installation, dans lequel il a déjà créé quelques sous-répertoires de troisième niveau pour ranger ses fichiers d'exemples. Le mieux est sans doute de suivre le même chemin et créer vous aussi vos dossiers dans ce sous-répertoire FICHIERS. Ils seront ainsi au même niveau d'arborescence que les exemples installés. Ceci étant, Galaad n'impose en rien un modèle d'organisation du disque. Le choix de l'emplacement de vos fichiers vous reste donc acquis dans le détail. Le logiciel pousse la bienséance jusqu'à toujours se repositionner au dernier endroit où vous avez ouvert ou enregistré un fichier, ce qui vous évite de fastidieuses descentes et remontées dans l'arborescence du disque, que celui-ci soit local ou distant. Ce renvoi au dernier emplacement reste d'ailleurs valable pour la plupart des fonctions sur fichiers et librairies.

De plus, au lieu de vous faire passer par l'explorateur de fichiers de Windows pour créer ces dossiers de rangement, Galaad peut le faire directement grâce à sa fonction "Fichier / Nouveau dossier".

Un simple nom de dossier vous est demandé, qui sera ajouté à la liste de dossiers disponibles. Vous pouvez tout de même changer le chemin d'accès à ce nouveau dossier si vous le souhaitez.



Il ne vous reste plus qu'à enregistrer vos nombreux futurs fichiers dans ce dossier dont le nom apparaît dès à présent dans la liste des dossiers disponibles. Vous pouvez bien entendu créer **autant de dossiers que bon vous semble**, mais il vous appartient ensuite d'y mettre un peu d'ordre. Ceci n'est qu'un outil. Pour supprimer un dossier, voyez l'explorateur de fichiers de Windows ou les fenêtres d'ouverture et d'enregistrement de fichier qui peuvent faire ça au passage si vous sélectionnez et appuyez sur Suppr. Direction la corbeille, tout n'est pas perdu, du moins tant que vous ne la videz pas.

5

00101

TECHNIQUES AVANCEES DE DESSIN

Ce chapitre est destiné à vous faire découvrir les subtilités du dessin avec Galaad, passée la première initiation. Il n'est pas superflu de jeter au préalable un coup d'œil même diagonal sur ladite initiation, même pour les utilisateurs aguerris. Faites donc un passage par le chapitre d'apprentissage du dessin, si cela n'a pas déjà été fait. Il se trouve ici et là de petites astuces tellement simples qu'on ne les remarque même pas en entrant dans le magasin.

Cotations appliquées

Une fonction importante de dessin de pièces destinées à l'usinage est la cotation numérique des coordonnées et dimensions. Vous n'avez sans doute pas déjà oublié que la **touche** Entrée vous envoyait aussi sec une petite **fenêtre de cotation** hors grille magnétique, pour positionner la croix de pointage.

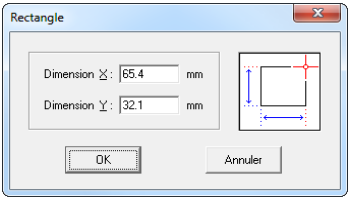
Petite astuce, au passage : Vous pouvez entrer toutes vos valeurs numériques sous forme d'**expression mathématique**, par exemple une chaîne de cotes 12+31,2+4*6,35 écrite de cette façon dans sa zone de saisie. Ceci évite d'aller chercher la calculatrice Windows ou celle qui devrait être encore à sa place dans le tiroir si le monde était bien fait. Cette petite subtilité vaut aussi bien pour les cotations que pour n'importe quelle valeur numérique réelle. Voyez le chapitre "Fonctions spéciales" pour la syntaxe et les identificateurs de fonctions reconnus par l'analyseur mathématique.

Imaginons maintenant que nous construisions un rectangle de $65{,}4 \times 32{,}1$ mm de dimensions, dont les coordonnées du coin sud-ouest soient (12,3 ; 45,6) mm. Le premier pointage est facile : il suffit d'appuyer sur Entrée et d'entrer directement les coordonnées. Au deuxième pointage, le temps se gâte : il faudrait calculer les coordonnées du coin diagonalement opposé au premier, c'est à dire soustraire les dimensions aux coordonnées déjà entrées. Certes, Galaad vous permet, comme on vient de le voir, d'entrer une expression arithmétique, en l'occurrence une soustraction, mais ça resterait un peu dommage de devoir faire ça soi-même.

Il est vrai que l'exemple du rectangle est mal choisi. On peut toujours coter le deuxième point par rapport au premier dans la fenêtre de cotation ; il suffirait donc d'entrer les dimensions du rectangle et préciser que ces coordonnées sont relatives au point précédent. L'effort est moindre, mais on peut encore améliorer. Essayons donc : dessinez un rectangle en positionnant le

premier point comme vous l'entendez (à la souris ou par cotation) et, pour positionner le deuxième point, appuyez sur Entrée.

Miracle : au lieu de vous envoyer la fenêtre de cotation du deuxième point, Galaad a deviné votre pensée et vous donne directement de quoi dimensionner votre rectangle. Vous entrez sa largeur et sa hauteur, et le tour est joué.

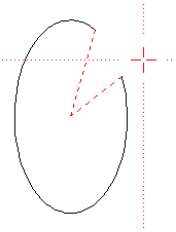


En fait, Galaad vous suit pas à pas dans le dessin. Sans préjuger de l'avenir dans cet univers déterministe, il se tient quand même vaguement au courant de ce que vous êtes en train de faire à un moment donné. Par conséquent, si vous dessinez un rectangle et demandez cotation après le premier point, il est fort probable que vous cherchez à entrer les dimensions de votre rectangle plutôt que les coordonnées du deuxième point. Pour d'autres constructions géométriques comme la ligne horizontale, le cercle ou toute quincaillerie à tiroirs, la fenêtre de cotation va se spécialiser de la même façon, passé le premier point. Ceci étant, si vous voulez **coter le point et rien d'autre**, il suffit d'utiliser la combinaison ⇧ Entrée qui force la fenêtre de cotation du pointeur pour une simple position XY classique.

❑ Œuvres inachevées

La construction d'une figure géométrique un peu complexe passe généralement par plusieurs étapes successives. Ces étapes sont différentes dans le cas d'une figure à construction progressive comme par exemple une ellipse. On commence par jeter les bases de la figure, puis on affine sa forme pour arriver à un aspect final satisfaisant.

Il peut cependant arriver qu'on décide d'**interrompre le processus de construction** avant la dernière étape, tout simplement parce que la figure qu'on cherche à tracer n'est qu'une ébauche de celle proposée par l'icone de dessin. Gardons l'exemple de l'ellipse ouverte et centrée : la fonction qui supervise son dessin passe par une séquence de quatre étapes. *Primo*, on positionne le point central ; *deuzio*, on définit les rayons X et Y ; *tertio*, on positionne le point de départ de l'arc ; *quarto*, on positionne le point d'arrivée. Au final, on a perdu des calories et gagné une ellipse ouverte.

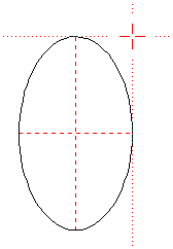


Imaginons maintenant qu'on souhaite dessiner une ellipse centrée mais complètement fermée. Aucune autre icone de dessin ne permettant cette construction réduite, il faudrait passer par les étapes 3 et 4 de cette fonction, bien qu'elles soient alors devenues sans objet. Il convient donc d'interrompre la construction sans pour autant annuler les étapes déjà franchies.

Par ailleurs, certaines fonctions de dessin de Galaad sont répétitives et n'ont par définition pas d'étape ultime. L'exemple le plus simple est la polyligne pour laquelle il est nécessaire de positionner le point de départ, puis les sommets suivants. Il vous appartient de décider quel point sera le dernier de la figure. Tant qu'on clique un nouveau sommet, le logiciel l'ajoute au polygone et renvoie au pointage du suivant, jusqu'à ce qu'il soit décidé d'y mettre fin par le pointage du dernier avec le bouton droit de la souris. D'autres figures répétitives suivent le même processus, comme par exemple les Beta-Splines (bien qu'il y ait un nombre maximal de pôles attracteurs, quelque chose comme 256) ou les courbes de Bézier.

On se rappelle donc que, pour **mettre fin à la construction d'une figure** géométrique répétitive, il suffit de cliquer son dernier point avec le **bouton droit de la souris**.

Les figures à construction progressive ne fonctionnent pas autrement. Si vous voulez arrêter une construction en cours avant sa dernière étape, pointez celle que vous considérez être la dernière étape de votre figure avec le bouton droit de la souris.



Dans le cas de l'ellipse fermée, il suffit donc de positionner les rayons X et Y en cliquant avec le bouton droit de la souris pour que son dessin s'arrête là sur une ellipse fermée. A noter que, dans ce cas précis, le point de départ de l'arc est le zéro trigonométrique, à l'est du centre de l'ellipse. On aurait pu tout aussi interrompre la construction à l'étape suivante pour obtenir une ellipse fermée mais avec positionnement de son point de départ.

D'autres figures sont également concernées, comme par exemple l'étoile (achèvement avant pointage du cercle intérieur), les rayons (avant pointage du

cercle intérieur ou de l'éventail de développement) ou la spirale (avant pointage du cercle intérieur).

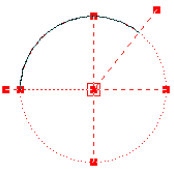
Dans tous les cas, il convient de retenir que vous pouvez figer la construction d'une figure à tout moment sans annuler ce qui en a déjà été établi, en cliquant votre dernier pointage avec le bouton droit de la souris.

Manipulations géométriques

Nul ou presque n'étant infaillible, vous aurez sans doute besoin à un moment ou un autre de modifier une forme dessinée sans reprendre globalement sa construction. Un exemple typique est donné par les courbes de Bézier dont la force des demi-tangentes à chaque nœud est calculée par défaut d'après la distance qui le sépare du nœud suivant. Il arrivera certainement que ce calcul ne vous donne pas satisfaction et que vous souhaitiez arranger un peu le résultat obtenu.

Les figures dont la géométrie de construction reste éditable sont les **arcs** (de cercles ou d'ellipses), les **Beta-Splines**, les **Quadra-Splines** et les **courbes de Bézier**. Ces trois dernières sont mises en édition géométrique dès la fin de leur construction pour les arranger, mais ceci ne préjuge en rien du fait que l'on puisse revenir plus tard à cette édition. Les arcs ne sont pas en édition automatique pour permettre d'en construire aussitôt d'autres, mais on peut tout de même revenir ultérieurement sur leur construction.

Dessinez donc un arc de cercle ou d'ellipse, simple et ouvert, par tout moyen et icone à votre convenance. Appuyez sur Echap ou sélectionnez l'objet pour quitter le mode dessin si nécessaire. Cliquez maintenant sur l'arc **avec le bouton droit de la souris**. Un cadre d'édition spécifique vient aussitôt s'emparer de l'objet.



A noter que le **double-clic** fait de même si l'objet sous la souris est isolé. Vous pouvez manipuler la forme en déplaçant les cases rouges du cadre, c'est à dire dans ce cas le centre, les rayons, et les points extrêmes de l'arc. Vous pouvez aussi appuyer sur Entrée pour faire une cotation directe. Pour revenir à un mode normal, il suffit de sélectionner autre chose, ou activer une icone de dessin, ou encore appuyer sur la bonne vieille touche Echap.

Dans le cas des Beta-Splines, vous pouvez **pondérer** la case qui a le focus, à l'aide des touches [+] et [-] du clavier. Fonction à ne pas négliger.

Pour les autres figures dépourvues de propriétés géométriques particulières, le fait de cliquer avec le bouton droit de la souris reviendra à en sélectionner un point ou un segment. Reportez-vous au paragraphe concernant ce type de sélection pour en savoir plus.

☐ Verrouillage

Petite fonctionnalité ancienne mais bien pratique de Galaad, vous pouvez interdire la sélection d'un objet en particulier. Il suffit de sélectionner - une dernière fois, allez - cet objet et de cliquer sur l'icone de verrouillage.

A partir de ce moment, **l'objet ne pourra plus être sélectionné**, ni les segments et points qui le composent.

Ceci peut vous aider à manipuler un groupe d'objets présents dans une zone sans toucher aux autres de cette même zone. Les objets verrouillés restent visibles (ils deviennent roses) et seront usinés comme les autres. Simplement, ils échappent à toute sélection. A noter qu'il existe un raccourci au clavier par la combinaison des touches [⇧] et [⇪] (il faut ensuite appuyer à nouveau sur [⇧] ou [⇪] pour remettre le clavier en l'état).

Pour déverrouiller les objets, il faut passer par le menu "Edition" ou à nouveau l'icone. On pourra déverrouiller la totalité des objets verrouillés ou une partie d'entre eux, à pointer un par un ou dans une zone.

☐ Association

Autre classique des sélections : la possibilité d'associer des objets ensemble, de manière à ce que tous soient sélectionnés automatiquement lorsqu'on attrape l'un d'entre eux. Un pour tous, tous pour un.

Cette fonction d'association se cache assez logiquement dans la série des icones de sélection.

Dessinez plusieurs objets et sélectionnez en plusieurs, puis cliquez sur cette icone. A partir de ce moment, dès que vous sélectionnez un des objets associés, seul ou avec d'autres, **ses acolytes sont aussi sélectionnés**. A noter que les blocs de texte utilisent un système d'association différent pour maintenir les caractères groupés en une seule entité.

Pour dissocier des objets associés, il est nécessaire de passer par le menu "Edition" et de choisir une méthode de dissociation, qui peut porter sur les objets pointés et eux seuls, ou sur les objets pointés et leurs acolytes. Dans ce dernier cas, la dissociation du groupe est totale. Là encore, si aucun objet n'est sélectionné, l'icone d'association fait aussi l'opération inverse par pointage, sans passer par le menu. Et s'il y a des objets sélectionnés mais qui sont déjà tous associés, l'icone propose alors la dissolution de la communauté.

Protection

Il peut s'avérer utile de pouvoir éviter à un objet bien sous tous rapports de se voir, à un moment donné, installé de force sur la table de torture, sans pour autant s'interdire de le sélectionner et le manipuler, mais en douceur.

La fonction de protection, avec son petit bouclier, permet de limiter les opérations autorisées sur un objet.

Le champ de protection ne couvre toutefois pas la modification de la position ni des dimensions de l'objet protégé. Galaad considère que ces opérations n'altèrent pas la forme proprement dite et ne les interdit donc pas sur un objet ainsi mis à l'abri. Par contre, il devient **impossible de l'effacer ou le déformer**, (c'est à dire le soumettre à des effets spéciaux modifiant son apparence), ou encore de souder ou inciser son parcours.

Pour déprotéger un objet, voir le menu "Edition" ou à nouveau l'icone comme pour les associations. A noter qu'on peut afficher un minuscule bouclier près du point d'entrée des objets protégés en activant la commande "Affichage / Tracé / Protections".

Ancrages

Si des objets associés ont toutes les chances de se voir manipuler simultanément, il n'est pas toujours bien pratique de devoir créer de lourdes associations pour de seules opérations de positionnement. Inversement, il arrive qu'on ne souhaite pas voir modifier la position d'un objet sélectionné en même temps que d'autres.

Galaad propose par conséquent deux solutions adaptées à ces cas. Il est donc possible, pour un objet, soit de **fixer définitivement sa position sur la planche** à dessin, soit encore de **lier cette position à celle d'autres objets** sans constituer d'association.

L'ancrage absolu sur la planche bloque la position de l'objet sélectionné. Toute tentative ultérieure pour déplacer cet objet se voit opposer une fin de non-recevoir. L'objet ne bouge plus de sa place. Essayez en dessinant deux objets dont l'un sera sélectionné puis ancré sur sa position. Sélectionnez ensuite les deux objets ensemble et déplacez le tout : l'objet ancré s'entête à rester sur sa position ; c'est très énervant.

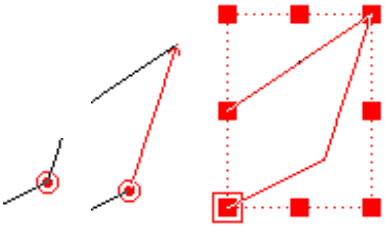
L'ancrage relatif entre objets est plus permissif : la position de chacun peut être changée, mais le déplacement de l'un entraîne le déplacement de tous ses frères de chaîne. Dessinez trois objets quelconques, sélectionnez-les ensemble et faites un ancrage relatif des objets entre eux. Sélectionnez maintenant un seul de ces trois objets et déplacez-le : ses deux comparses suivent tranquillement le mouvement de celui sélectionné. Outre le côté pratique pour le positionnement direct d'un ensemble non associé, cette fonction d'ancrage relatif a des retombées annexes qui vont nous intéresser pour la suite des événements, comme on le verra ci-après lors des sélections et manipulations de points et segments.

Pour dégager des objets ancrés, on passe encore par le menu "Edition" ou l'icone. Et comme pour les protections, on peut afficher une minuscule ancre près du point d'entrée des objets ancrés sur position en activant la commande "Affichage / Tracé / Ancrages absolus".

Sélection et manipulation de points

Nous avons appris à sélectionner et manipuler des objets dessinés. Ce type de sélection est primordial dans la méthodologie de travail de Galaad pour définir la portée d'une action, mais il n'est pas le seul. Un certain nombre de cotations, accroches et manipulations s'appuient sur la sélection d'un point, voire de deux, dont on peut récupérer la position comme référence.

Plus généralement, Galaad vous permet de faire trois types de sélections : les **objets**, les **points** et les **segments**. Pour chaque type, vous pouvez avoir une sélection **rouge** et une sélection **bleue** qui ont des portées différentes. Il y a donc un total de six sélections possibles. Etant donné que **ces sélections peuvent être présentes simultanément** sur la planche, Galaad donne le focus à une seule d'entre elles à un moment donné.



Ce focus se présente sous la forme d'un trait d'encadrement. A noter que la sélection d'objets en rouge est considérée comme majeure et a donc toujours le focus. Le passage du focus à une autre sélection ou le retour au dessin actif désélectionne les objets.

Inversement, la sélection d'objets en bleu n'a jamais le focus. Il est de fait qu'aucune opération de manipulation ne peut être faite sur des objets sélectionnés en bleu, lesquels ne servent qu'à définir des trajectoires de référence. Les points et segments bleus peuvent cependant avoir le focus. Mais revenons à la sélection de points. Ces points sélectionnés vont servir à dessiner, coter, et même modifier des trajectoires.

On trouve l'icone de sélection de points (rouge ou bleu) dans la série des icones de sélection. Commençons par le rouge.

Le plus simple pour expérimenter est de dessiner un polygone simple ou un rectangle. Réveillez ensuite l'icone susdécrite et allez cliquer un sommet du polygone. Pour ce faire, la pointe de flèche de la souris doit être le plus près possible du sommet visé. Si tout se passe bien, le sommet en question doit être couvert par un petit disque rouge encadré d'un cercle fin : le point est maintenant sélectionné ; le cercle fin indique que cette sélection a le focus.

Grosse astuce : au lieu d'attraper un point en passant par l'icone de sélection, vous pouvez **cliquer directement sur le point avec le bouton droit de la souris**. Si vous gardez simultanément enfoncée la touche Ctrl, le point sera sélectionné en bleu. Sinon, c'est du rouge. Sur certaines figures (arcs, courbes), le bouton droit de la souris fait une édition géométrique spéciale. Il faut alors accompagner le clic de la touche ⇧ pour forcer la sélection d'un point (indépendamment de la touche Ctrl qui fait une sélection bleue).

Première opération qui vient à l'esprit : on re-clique sur ce point avec le **bouton gauche de la souris** qu'on maintient enfoncé, et on le déplace doucement. La trajectoire tout entière de l'objet suit le mouvement. Quand on relâche le bouton, la nouvelle position est adoptée. On essaie la même chose avec le **bouton droit de la souris** : cette fois, seul le point est déplacé, le reste de la trajectoire reste inchangé.

Si l'on sait manipuler la souris, on sait aussi jouer du clavier, même bien tempéré. Rien ne change de ce côté : toujours cette bonne vieille touche Entrée. Dans le cas d'un point sélectionné, la boîte de dialogue est un peu spécialisée et propose une **cotation du point** seul ou de tout l'objet sur la nouvelle position. L'équivalent des boutons droit et gauche de la souris. A noter que les flèches de déplacement ←↓↑→ restent actives pour déplacer le point le long des graduations des réglettes. Utilisées seules, l'objet bouge avec le point ; accompagnées de la touche ⇧, le point seul bouge.

Pour passer d'un point à un autre dans un objet ou un parcours d'objets connectés, il suffit d'appuyer sur la touche de **tabulation avant** ⇆. Accompagnée de la touche ⇧ (**tabulation arrière**), on retourne vers le point précédent. Si l'on ajoute encore la touche Ctrl par-dessus tout ça, on saute directement aux extrémités du parcours.

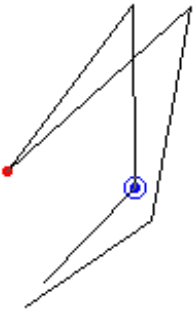
Plus fort : avec ce point sélectionné en rouge, vous appuyez d'un doigt sûr sur la touche Suppr. On a effectué une **suppression du point**, ce qui modifie la forme de l'objet. Le point précédent sur le parcours est alors sélectionné à sa place. Ceci peut vous aider à opérer des frappes chirurgicales sur l'objet.

Encore plus fort : dessinez deux lignes simples ayant toutes deux une extrémité à la même position ou très proche. Vous constatez qu'il y a bien deux objets distincts que vous pouvez sélectionner séparément. Sélectionnez maintenant une de ces extrémités comme point rouge et appelez la commande "Dessin / Objet / Souder". Galaad relie alors les deux lignes au point rouge,

pour en faire un unique polygone. Il n'y a plus qu'un seul objet. Faites maintenant l'opération inverse en utilisant la commande "Dessin / Objet / Scinder", utilisable par ailleurs sur un polygone ou toute autre figure déjà constituée. Vous avez à nouveau deux objets. Il va de soi que la soudure ne peut se faire que sur des points extrêmes, et la scission sur des points non-extrêmes. Ajoutons que la soudure n'est pas autorisée sur des objets ayant des propriétés géométriques particulières et incompatibles. Par exemple, vous ne pouvez pas souder un arc à une Beta-Spline. Mais vous pouvez alors utiliser la connexion de parcours, bien plus pratique comme on le verra.

A noter que le point sélectionné en rouge phagocyte le point auquel il a été soudé. En cas de différence de profondeurs, c'est le point rouge qui gagne. Si en plus les objets ont des vitesses d'avance différentes, l'objet qui contenait le point rouge gagne aussi. En cas de scission, les deux objets conservent bien évidemment les mêmes références et les points la même profondeur.

Occupons-nous maintenant du point bleu. Dessinons toujours un polygone ou un rectangle, et plaçons-lui un point sélectionné en rouge quelque part. Sélectionnons maintenant un autre point, cette fois en bleu, sur son parcours, et déplaçons ce point bleu à l'aide de la souris. Vous constatez immédiatement que **le déplacement du point bleu modifie la taille et l'orientation de la figure par rapport à la position du point rouge** qui est le seul à ne pas bouger. S'il n'y a pas de point rouge comme pivot, on ne peut pas déplacer le point bleu.



Très important : cette particularité du point bleu est plus étendue qu'il n'y paraît à première vue. Sélectionnez un point bleu sur un autre objet et déplacez-le. Le point rouge, même réfugié à l'étranger, joue toujours son rôle de pivot. Si, en plus, il se trouve **d'autres objets ancrés** avec l'objet contenant le point bleu, ils seront **tous pivotés** en même temps. Cette petite fonctionnalité peut vous aider à réaliser des ajustages de formes un peu délicats.

En dehors de ces cotations d'ajustage relatif au point rouge, aucune autre opération n'est réalisable sur un point sélectionné en bleu, si ce n'est la suppression directe.

Sélection et manipulation de segments

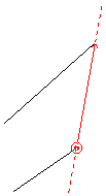
Dans la veine de la sélection de points, la sélection de segments permet quelques petites subtilités de bon aloi, notamment pour la construction de nouvelles lignes définies à partir de ces segments. Les segments sélectionnés sont toujours orientés, c'est à dire qu'ils ont un point-bille et un point-flèche qu'on pourra très bien utiliser comme simples coordonnées lors d'une cotation. Attention, **le sens du segment ne suit pas forcément le sens de parcours** de la trajectoire qui le supporte.

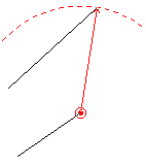
Comme de bien entendu, la sélection de segments passe aussi par la série des icones de sélection.

Toujours comme pour les points, vous pouvez sélectionner directement un segment en cliquant avec le **bouton droit de la souris**, cette fois en visant un segment au lieu d'un point. Si le segment est tout petit, il faudra se montrer agile ou faire un zoom. Les grands classiques restent tout aussi valides : accompagnée de la touche Ctrl, l'opération concerne une sélection en bleu, et la touche ⇧ force la sélection de segments sur des objets par ailleurs sensibles au clic du bouton droit. En fait, la seule différence entre la sélection de points et de segments avec le bouton droit concerne la cible. Si vous visez un point, ce sera un point, sinon un ce sera segment. Tous les accessoires et artifices restent identiques.

Sans surprise, pour passer d'un segment à un autre dans un objet ou un parcours d'objets connectés, il suffit encore d'appuyer sur la touche de **tabulation avant** ⇆. Accompagnée de la touche ⇧ (**tabulation arrière**), on retourne vers le segment précédent. Si l'on ajoute encore la touche Ctrl, on saute directement aux segments extrêmes du parcours.

Ca vous démange depuis quelques instants : re-cliquez sur une des extrémités du segment avec le bouton droit de la souris que vous maintenez enfoncé, et déplacez doucement cette extrémité. Le segment se rétrécit ou s'allonge en gardant son axe ; le reste de l'objet n'est pas modifié. Les deux extrémités du segment peuvent être déplacées de cette façon.

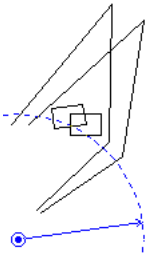




Avec le **bouton droit de la souris**, le déplacement se fait autour de l'autre extrémité utilisée comme pivot, sans changer la longueur du segment. La combinaison alternée du bouton gauche et du bouton droit vous permet donc de positionner votre segment en coordonnées polaires.

Les segments sélectionnés en rouge permettent de débloquer un grand nombre d'icones de dessin, et notamment de dessin de lignes. Parallèles, perpendiculaires, intersections, *etc.* Mais pour la manipulation et surtout les ajustages globaux, les segments sélectionnés en bleu deviennent beaucoup plus puissants. Sélectionnez donc un segment en bleu sur un polygone de votre dessin.

Comme vous le constatez sur l'écran, le déplacement du point-bille ou du point-flèche avec le bouton gauche ou le bouton droit de la souris change la taille ou l'orientation de tout l'objet qui porte ce segment bleu. Vous pouvez donc **agrandir ou pivoter un objet complet autour d'un point** en utilisant cette manipulation.

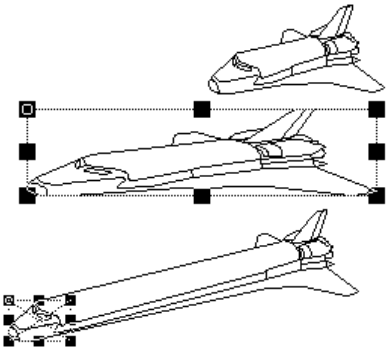


Encore mieux, s'il se trouve des **objets ancrés** avec celui qui est ainsi manipulé, ils sont agrandis ou pivotés en même temps. Ceci peut par exemple vous faciliter une opération de rotation autour d'un point déterminé : vous ancrez vos objets à pivoter avec un simple segment dessiné juste pour conduire cette opération. Vous sélectionnez celui-ci en bleu et le faites pivoter sur une de ses extrémités. La cotation avec la touche Entrée devient alors presque incontournable.

De cette façon, il est possible d'opérer un ajustage difficile en coordonnées polaires par rapport à un point qui n'existait même pas sur l'objet pressenti, et par exemple en "accrochant" l'autre point du segment sur la figure à ajuster, ou ailleurs selon votre besoin immédiat. Une fois l'ajustage réalisé, il n'y a plus qu'à éliminer le segment d'ajustage créé à titre provisoire.

Déplacement d'un groupe de points

Une petite icone fort discrète de la série des sélections n'en mérite pas moins une mention particulière, au passage.



Cette icone vous facilitera un travail de repositionnement d'une partie d'un ou plusieurs objets pour en modifier l'apparence sans reprendre la position de ses points un par un. On peut ainsi allonger un objet sans le dilater globalement. Il suffit de délimiter une zone de sélection. Tous les points de cette zone, quels que soient leurs objets d'appartenance, seront sélectionnés pour des manipulations de position.

Hormis le déplacement et le recadrage, il n'y a pas de manipulations disponibles sur un groupe de points. En particulier, il n'est pas possible de supprimer globalement des points ainsi sélectionnés.

Duplication et clonage

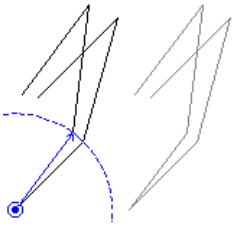
La duplication est une fonction vitale dans un logiciel de dessin. Certes, le copier-coller permet d'éviter de redessiner des figures déjà construites, mais une itération de ces figures à intervalles réguliers demande bien évidemment une fonction spécifique qui fait toutes les copies en une seule opération. Galaad vous offre par conséquent une possibilité qui va vous faire économiser du temps, de l'espace mémoire et de la charge de calcul, bref la panacée du PC : la **duplication virtuelle**.

Commencez comme d'habitude par dessiner un objet. Si vous copiez puis collez cet objet, la planche contient deux fois le même objet, mais l'original et la copie sont complètement indépendants. Modifier l'original n'aura aucune espèce d'incidence sur la copie.

Sélectionnez à nouveau votre objet (ou la copie si vous préférez), et appelez la fonction "Edition / Duplication / Faire une copie virtuelle". Galaad

vous envoie aussitôt un pointeur-cadre de positionnement de la copie que vous placez quelque part. Essayez ensuite de sélectionner cette copie : pas moyen. En fait, elle n'existe pas vraiment, seule son image virtuelle apparaît sur la planche. **Elle sera tout de même usinée**, ne vous inquiétez pas. Virtuel ne veut pas dire visuel. En outre, ses paramètres d'usinage ou de contournage seront absolument identiques à ceux de l'original qui reste de son côté manipulable et paramétrable à merci.

Sélectionnez ensuite l'objet original et déplacez-le : la copie se déplace en même temps. Torturez cet original par tout moyen à votre disposition (et ils sont nombreux) : la copie est torturée simultanément. Si vous sélectionnez un point de l'original et le déplacez ou le supprimez, la copie fera de même. Vous avez fait une duplication virtuelle.

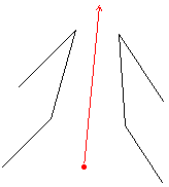


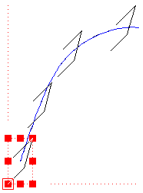
En fait, la plupart des duplications sont virtuelles par défaut. Ainsi, lorsque vous demandez une série de copies à intervalles réguliers, les copies sont toutes virtuelles et seront par conséquent toutes modifiées en même temps que l'objet original, quelle que soit l'opération de modification appliquée. C'est plutôt pratique quand on a une correction à apporter et qu'on n'a qu'une motivation assez modérée pour refaire ensuite tout le travail de duplication, pas spécialement pénible certes, mais autant s'en passer.

Ceci étant, vous n'êtes pas obligé de faire une duplication virtuelle lorsque vous souhaitez obtenir des objets vraiment indépendants. Les boîtes de dialogue de duplication vous offrent le choix des armes, **virtuelle ou réelle**. De plus, vous pouvez faire passer des copies virtuelles à l'état de copies réelles, c'est à dire manipulables de façon indépendante. Le menu "Edition" contient tout ce qu'il faut pour opérer le passage du monde virtuel vers le monde réel. Par contre, il n'est pas possible de passer dans l'autre sens du réel au virtuel. Il faut décider avant.

Il est inutile de s'étendre sur les principales duplications (en ligne, en matrice, en cercle ou spéciale) lesquelles n'ont besoin que de quelques brefs tâtonnements distraits et blasés pour tout apprentissage. Intéressons-nous donc directement aux duplications un peu plus techniques.

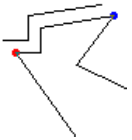
La **duplication en miroir** fait une copie de l'objet sélectionné, retournée de l'autre côté du segment sélectionné en rouge, lequel fait office d'axe de symétrie. Il est possible de faire cette duplication en prenant comme pivot un simple point sélectionné en rouge. La duplication en miroir donne une copie inversée et ne peut donc pas être virtuelle.

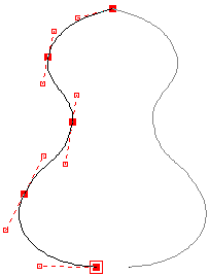




La **duplication le long du tracé bleu** fait des copies de l'objet sélectionné en rouge le long du tracé de l'objet sélectionné en bleu. On peut ajouter une rotation des copies selon l'angle tangent au tracé, mais dans ce cas, les copies ne seront plus identiques à l'original puisqu'elles sont pivotées. Elles sont donc d'office des copies réelles.

La duplication du **tracé entre les points** se charge de faire une copie de la portion d'objet située entre les points rouge et bleu. Il est bien évident que ces points doivent alors se trouver sur le même objet ou le même parcours intégré.





Le **clonage**, quant à lui, est une fonction de moindre portée que la duplication, puisqu'il se contente de poser une unique copie miroir sur l'un des quatre bords cardinaux de l'objet ou du parcours sélectionné. Ceci peut vous aider à construire des formes parfaitement symétriques sans avoir à dessiner et arranger les deux faces l'une après l'autre. Il va de soi que le clone est usiné au même titre que l'original dont il reprend intégralement les paramètres.

Le clone d'un objet est forcément accolé à l'un de ses bords cartésiens, sans possibilité de les éloigner l'un de l'autre, ce qui limite un brin l'intérêt de cette fonction. Comparez ses avantages et ses inconvénients avec ceux de la duplication en miroir qui, pour sa part, ne souffre pas de ce voisinage imposé, mais *a contrario* fait une copie réelle et donc indépendante. A vous de voir.

Palette de cotation rapide

Lors de la construction d'un dessin chargé, il devient vite fastidieux de gérer objet par objet les paramètres d'usinage en passant à chaque fois par la boîte de dialogue. Galaad offre donc un petit raccourci pour coter rapidement les données d'usinage des objets. Cette fonction est assez importante.

Dessinez plusieurs objets sur votre planche et donnez-leur des profondeurs, des vitesses d'avance et des outils d'usinage différents. Activez maintenant la commande "Affichage / Palette de cotation / Profondeurs".

Le haut de la fenêtre se voit ajouter une petite ligne supplémentaire de cases contenant **toutes les profondeurs utilisées sur le dessin**, celle par défaut étant encadrée de vert. Sélectionnez un objet : sa profondeur est encadrée de rouge. Cliquez directement sur une autre case : l'objet se met à la profondeur correspondante sans être passé par la boîte de dialogue. En deux coups de souris, vous cotez vos profondeurs en fonction de celles déjà utilisées. Ca marche aussi avec les couches, les outils, les vitesses d'avance, les couleurs et épaisseurs de trait.

Plus fort, cliquez sur une des cases occupées avec le **bouton droit** de la souris que vous maintenez enfoncé. Les objets de la profondeur cliquée sont seuls apparents pour un repérage rapide. Le **double-clic avec le bouton droit**, certes peu couru sous nos latitudes, sélectionne les objets correspondants.

Pour passer rapidement d'une palette à l'autre, vous pouvez cliquer sur la case de gauche qui affiche le type de palette (outils, profondeurs, *etc.*) avec le bouton gauche pour le type de palette suivant ou le bouton droit pour le type précédent.

A noter que, pour des questions d'espace vital, Galaad ne peut afficher que des palettes à dix cases maximum, voire six si votre fenêtre est réduite. De même, une seule palette à la fois peut être affichée.

❑ Raccourcis au clavier

Il est recommandé de copier cette liste et de l'afficher à proximité de votre poste de travail. Toutes les touches ou combinaisons ne vous seront pas indispensables, mais les principales vous aideront sûrement.

Invariances (ou par défaut) :
- ⇞ / ⇟ (ou PgDn / PgUp) fait un zoom au vol sur le pointeur.
- Entrée ouvre une boîte de cotation.
- ⇧ Entrée ouvre la boîte de dialogue profondeur / vitesse / outil.
- Echap (ou Fin) interrompt l'opération en cours ou désélectionne.
- ⇧ Echap désélectionne tout, objets, points et segments, rouges ou bleus.
- ← (retour) annule la dernière opération, y compris en pointage.
- Ctrl ← refait la dernière opération annulée.
- ← ↓ ↑ → déplace le pointeur ou la sélection d'un pas sur la grille.
- Ctrl ← ↓ ↑ → déplace la fenêtre de zoom.
- + / - règle la grille magnétique sur un pas 10 fois plus fin / moins fin.
- * règle la grille magnétique sur un pas automatique.
- ⇆ (tabulation) passe d'une sélection à la suivante.
- ⇧ ⇆ passe d'une sélection à la précédente.
- Ctrl Espace rafraîchit l'affichage du dessin.
- Ctrl + icone de vue 3D ou de vue quadruple, fait tourner la vue 3D.

Dessin actif (pointeur en croix apparent) :
- ⇧ Entrée ouvre une boîte de cotation polaire.
- Espace accroche le pointeur sur la position du petit point rouge.
- ← (retour) annule le dernier pointage.
- Ctrl lors du pointage d'une ligne, applique la grille magnétique polaire.

Objet sélectionné :
- ⇧ + pointage sélectionne/désélectionne des objets en plus.
- Espace sélectionne tout.
- Suppr supprime l'objet.
- Ctrl + / Ctrl - augmente / diminue la profondeur (0,01 mm par défaut).
- Ctrl ↖ / Ctrl Fin place l'objet en premier / en dernier dans la séquence.
- ⇧ 🔒 verrouille l'objet sélectionné (refaire ⇧ ensuite).
- ⇧ ← ↓ ↑ → inversent l'objet sélectionné.
- / inverse l'objet sélectionné sur la bissectrice X/Y.
- . / : sélectionne en rouge le point / segment de départ de l'objet.

Point sélectionné :
- ⇧ ← ↓ ↑ → déplace le point tout seul.
- Ctrl + / Ctrl - augmente / diminue la profondeur (0,1 mm par défaut).
- Ctrl ⇥ sélectionne le dernier point.
- Ctrl ⇧ ⇤ sélectionne le premier point.
- Suppr supprime le point.
- . sélectionne l'objet tout entier.
- : sélectionne le segment partant de ce point.

Segment sélectionné :
- Ctrl ⇥ sélectionne le dernier segment.
- Ctrl ⇧ ⇤ sélectionne le premier segment.
- Suppr supprime le segment.
- . sélectionne le point-bille du segment.
- : sélectionne l'objet tout entier.

Edition d'un arc :
- + / - définit un sens de parcours trigonométrique / horaire.

Edition d'une Beta-Spline :
- + / - augmente / diminue la force d'attraction du sommet.
- Suppr supprime le sommet.
- Inser insère un sommet.

Edition d'une courbe de Bézier :
- ⇧ + déplacement d'une demi-tangente casse la courbe au point nodal.
- Ctrl + étirement d'une demi-tangente conserve l'orientation angulaire.
- Suppr supprime le point nodal.
- Inser insère un point nodal.
- / scinde la courbe en deux de part et d'autre du point nodal.

Rotation ou inclinaison d'un objet :
- ↑ + / - ↓ augmente / diminue d'un degré.

Astuce : Il est possible de personnaliser les touches de fonctions F1 à F12 seules ou accompagnées de Ctrl, en leur associant directement des commandes choisies dans les menus, avec "Paramètres / Touches de fonctions".

Affichage des tracés

Remplir une planche à dessin à ras bord avec des formes plus ou moins tordues peut s'avérer désagréable à la longue, quand ces formes ont toutes des caractéristiques d'usinage aussi différentes qu'invisibles. Il devient assez vite fatiguant de devoir sans cesse sélectionner un objet pour voir apparaître en bas de l'écran ses profondeur, vitesse d'avance, outil d'usinage, *etc.* Des solutions plus immédiates existent, autant en profiter.

Comme vous l'avez peut-être déjà constaté, le menu "Affichage" n'est pas le moins fourni du logiciel. Il s'y trouve de nombreuses commandes qui vont parfois se loger dans des cascades de sous-menus. Sans en dresser ici la liste exhaustive, on peut jeter un petit coup d'œil sur les plus populaires.

Les fonctions de **tracé** modifient l'apparence des objets dessinés. Vous pouvez choisir de visualiser tous les points des trajectoires ou les points d'interconnexion des objets intégrés en parcours, mais aussi et surtout afficher de petits identificateurs numériques près du point d'entrée de chaque objet. Il sera ainsi plus facile de repérer les paramètres d'usinage de chacun.

Par exemple, on peut décider d'afficher la profondeur de l'objet à son point d'entrée, ou carrément toutes ses variations le long de la trajectoire. Idem pour les vitesses d'avance, les outils, le numéro dans la séquence d'usinage.

L'affichage de la **couleur** des tracés obéit à des alternatives simples : soit on affiche tous les objets sans distinction de couleur, soit on les affiche selon la couleur définie pour chaque outil, soit enfin on les affiche dans une couleur d'avant-plan ou d'arrière-plan selon qu'ils correspondent à la donnée d'usinage par défaut (qui peut être l'outil, la profondeur ou la vitesse). Dans ce dernier cas, on retrouve deux couleurs distinctes sur l'écran. Par exemple, l'affichage des couleurs étant réglé sur l'outil par défaut, tous les objets de la couche active ayant le même outil que celui utilisé par défaut seront affichés en noir, tous les autres en grisé. Il est aussi possible d'affecter une couleur de tracé à chaque objet dessiné (série des icones vertes). Vous admettrez que c'est tout de même d'une utilité assez modérée pour l'usinage proprement dit.

6

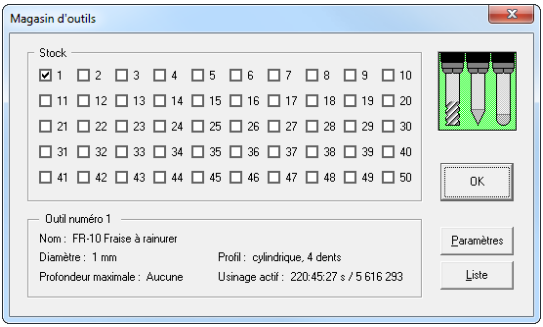
TRAJECTOIRES D'OUTILS

Paramètres d'outils

Galaad gère un magasin pouvant contenir jusqu'à 50 outils différents, ce qui devrait couvrir la plupart des besoins dans son domaine d'application. **La mise en place du magasin d'outils constitue l'une des premières opérations à effectuer après l'installation du logiciel.** Selon l'utilisation que vous faites de votre machine, vous pouvez très bien n'utiliser que quelques outils et laisser l'essentiel du magasin inoccupé. Mais ce qui importe, c'est que les outils que vous montez sur votre machine pour usiner correspondent bien à ce que vous avez paramétré dans le magasin.

Une bonne vieille solution consiste à ranger physiquement vos outils dans une boîte à râteliers numérotés, et faire correspondre les numéros à ceux utilisés dans Galaad. De cette façon, vous retrouvez rapidement les références de chaque outil à utiliser, et inversement vous mettez facilement la main sur l'outil que le logiciel vous demande de monter. Ceci étant, vous pouvez indiquer un nom à votre convenance pour chaque outil, que vous retrouverez toujours affiché à côté du numéro. A noter que, dans le magasin, un numéro d'outil peut être inutilisé, même entre deux numéros affectés. **Les numéros ne sont que de simples identificateurs dépourvus de valeur numérique**, sauf pour les lister en bon ordre.

La gestion du magasin d'outils repose sur deux commandes distinctes :


Magasin d'outils
Stock
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
OK
Outil numéro 1
Nom : FR-10 Fraise à rainurer
Diamètre : 1 mm
Profil : cylindrique, 4 dents
Profondeur maximale : Aucune
Usinage actif : 220:45:27 s / 5 616 293
Paramètres
Liste

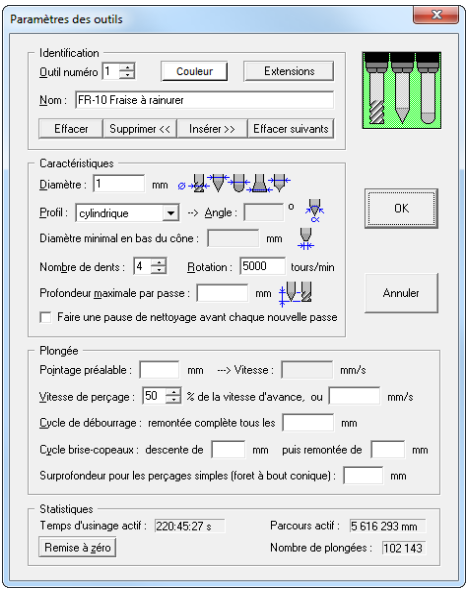
La première, accessible depuis "Usinage / Magasin d'outils", ouvre une fenêtre passive qui montre quels outils ont été définis, et lesquels sont utilisés dans le dessin en cours. Les données sont seulement visibles ; elles ne sont pas modifiables.

Cette fenêtre permet un simple **aperçu rapide du magasin** et de ce qui va être appelé au moment d'usiner la pièce courante. On ne peut pas changer ici les paramètres des outils ni les choix dans le dessin. Il est seulement possible de cliquer sur une case pour afficher les paramètres principaux de l'outil correspondant. A noter que **Galaad accepte qu'on utilise un outil indéfini**.

Dans ce cas, il ne sera pas possible de calculer une trajectoire de contournage, et ce sera à l'utilisateur de faire son choix au moment de l'usinage.

La seconde commande de gestion des outils donne accès aux données intrinsèques des outils. Pour qu'un outil soit défini, il suffit de lui affecter deux paramètres principaux : un **diamètre** et un **profil**. A partir de là, Galaad sera en mesure de calculer des trajectoires ou une approche latérale corrigée de l'origine pièce. Mais ceci n'empêche pas de préciser les autres caractéristiques physiques propres à chaque outil. Abondance de biens ne nuit pas.

On accède aux paramètres de chaque outil du magasin avec "Paramètres / Outils". Il s'ouvre alors une boîte de dialogue qui permet de définir un par un les outils du magasin (donc 50 maximum), simplement en changeant le numéro d'ordre affiché dans le cadre supérieur (le cadre du haut, si vous préférez).


Paramètres des outils
Identification
Outil numéro 1
Couleur
Extensions
Nom : FR-10 Fraise à rainurer
Effacer
Supprimer <<
Insérer >>
Effacer suivants
Caractéristiques
Diamètre : 1 mm
Profil : cylindrique
--> Angle : °
Diamètre minimal en bas du cône : mm
Nombre de dents : 4
Rotation : 5000 tours/min
Profondeur maximale par passe : mm
Faire une pause de nettoyage avant chaque nouvelle passe
OK
Annuler
Plongée
Pointage préalable : mm --> Vitesse : mm/s
Vitesse de perçage : 50 % de la vitesse d'avance, ou mm/s
Cycle de débourrage : remontée complète tous les mm
Cycle brise-copeaux : descente de mm puis remontée de mm
Surprofondeur pour les perçages simples (foret à bout conique) : mm
Statistiques
Temps d'usinage actif : 220:45:27 s
Parcours actif : 5 616 293 mm
Remise à zéro
Nombre de plongées : 102 143

Le bouton OK valide toutes les modifications, même celles masquées par le changement de numéro. *A contrario*, l'annulation oublie tout et vous fait revenir au magasin tel qu'il fut autrefois.

Nota : le fait de choisir un outil à paramétrer ne changera ni l'outil de dessin par défaut, ni l'outil correspondant aux objets sélectionnés. Le magasin d'outils n'est pas en prise directe avec le dessin, même si les changements de paramètres sont immédiatement pris en compte. Le choix d'un outil pour un tracé se fait avec les autres paramètres d'usinage (profondeur et vitesse).

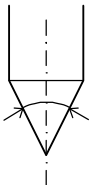
Le magasin installé avec Galaad ne comporte qu'un unique outil de base pour commencer à travailler. Il est probable que votre magasin personnel en comporte bien plus. Vous pouvez donc modifier les paramètres de celui existant et créer les autres pour que le magasin du logiciel corresponde parfaitement à vos râteliers. Pour gérer globalement la liste, plusieurs boutons

sont accessibles en haut de page. Si vous cliquez sur le bouton "**Effacer**", l'outil affiché sera complètement réinitialisé, devenant indéfini. Si vous voulez décaler les numéros des outils suivants vers le bas, cliquez sur le bouton "**Supprimer**" ; ou bien sur le bouton "**Insérer**" pour placer un nouvel outil au numéro de celui en cours. Enfin, le bouton "**Effacer suivants**" remet à blanc tous les outils dont les numéros suivent celui en cours d'affichage.

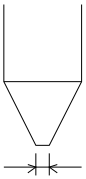
Un **nom** et une **couleur** d'affichage de l'outil (uniquement en mode "Affichage / Couleurs / Selon outil") peuvent être indiqués dans les cases du haut prévues à cet effet. Le nom de l'outil apparaît dans la liste et sera indiqué dans le message qui demande son montage avant la prise d'origine pièce. Il n'a pas d'autre fonction que de vous aider à vous rappeler duquel il s'agit.

Le paramètre incontournable - si l'on ose dire - est le **diamètre** de l'outil. Le fait de laisser cette case vide implique que l'outil n'est pas défini. Il est alors inutile de remplir les autres cases, puisque l'outil ne sera pas retenu dans le magasin. Essayez d'être **le plus précis possible** pour ce diamètre. Si votre outil a un profil non cylindrique, le diamètre à indiquer est le diamètre maximal de sa partie active. Par exemple, pour un outil conique de gravure, ou un outil hémisphérique de modelage 3D, ce sera probablement le diamètre de queue. Pour un outil à profil spécial, il s'agira du diamètre actif maximal.

Intrinsèquement lié au diamètre, le **profil** définit la manière de calculer le diamètre efficace selon la profondeur d'usinage. Les familles de profils sont : cylindrique (perçage, découpe, rainurage ou fraisage à plat), conique (gravure ou coupe biseautée), hémisphérique (fraises-boules d'usinage 3D), pyramidale (fraise conique inversée) et arcade (fraise conique à bords arrondis). Un outil cylindrique ne donnera pas de variation de tracé selon la profondeur, alors qu'un outil conique ou hémisphérique aura un diamètre apparent plus grand à mesure qu'on s'enfonce plus profond dans le matériau.



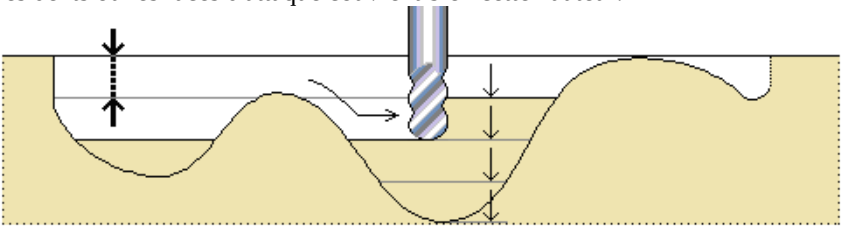
En cas d'utilisation d'un profil conique ou assimilé, il est nécessaire de préciser l'**angle** du cône de pointe. **Cet angle doit être mesuré d'un bord à l'autre**, et non pas entre un bord de lame et l'axe central. Si les deux bords n'ont pas la même incidence, la valeur correcte sera le double de l'angle d'incidence maximale, puisque l'outil tourne sur lui-même.



Pour les outils coniques avec méplat ou bout arasé, vous pouvez indiquer le **diamètre minimal en bas du cône**, dont le logiciel tiendra compte dans ses calculs, notamment pour ce qui est de la trajectoire de contournage (déport de l'outil). Si le bout est arrondi, le mieux est de choisir l'option la plus proche selon l'angle de profil, avec (angle vif) ou sans (angle large) diamètre minimal.

Le calcul automatique des vitesses d'avance se base accessoirement sur le **nombre de dents** et la **vitesse de rotation** de l'outil, comme paramètres secondaires. Il est vrai que la vitesse d'avance est censée se baser principalement sur ces deux facteurs pour le fraisage de pièces métalliques. Mais les outils fins utilisés en gravure ou en coupe de matériaux tendres comme bois et plastiques sont plus fragiles et demandent la prise en compte de leurs diamètre, profil et profondeur de passe comme paramètres principaux. Galaad s'en tient donc à cette forme exotique de calcul. Ceci étant, la vitesse de rotation est rappelée au moment de l'usinage, et est appliquée directement à la broche si celle-ci a un système d'asservissement pilotable.

Donnée primordiale pour éviter d'avoir à regretter des outils coûteux et néanmoins cassés, la **profondeur maximale par passe** indique au logiciel quel plafond - ou plutôt quel sous-sol - peut être atteint avec l'outil. Dans le cas d'un outil cylindrique, la profondeur théorique est la hauteur de la partie dentelée, mais... ceci suppose que votre outil est solide. Il est préférable de s'en tenir à une valeur à peu près double du diamètre de l'outil pour s'éviter des surprises désagréables et les jurons assortis. Si l'outil est conique (pointe à graver) ou hémisphérique (fraise-boule 3D), sa profondeur maximale devient tout simplement la **hauteur du cône** ou le **rayon de l'hémisphère**, à supposer que les dents ou les faces d'attaque couvrent bien cette hauteur.



Attention, cette profondeur maximale dépend d'autres facteurs, et surtout de la résistance de votre outil. Il va de soi qu'un outil carbure neuf et un outil standard usé, de diamètre et profil identiques, n'ont pas la même facilité pour tailler la route dans un matériau. On ne négligera pas non plus la longueur du

porte-à-faux vertical de l'outil dans le mandrin. Un outil qui avance se tord légèrement vers l'arrière, et d'autant plus que sa queue est longue, si l'on peut se permettre cette glissante métaphore. Il s'ensuit une vibration directement liée à la vitesse de rotation, qui peut être dommageable à la qualité de coupe, voire fatale à l'outil. Il est bien évident que moins l'outil attaque de profondeur de matériau par passe, moins il a de difficultés pour avancer. Galaad tient bien évidemment compte de cette profondeur de passe pour calculer ses vitesses automatiques d'avance.

A noter que Galaad gère à peu près intelligemment les paliers de profondeurs, en évitant de repasser sur des fonds de parcours déjà usinés lors du palier précédent. Dans le cas de trajectoires 3D, l'outil ne fait que la partie active du tracé, en plongeant directement au point de départ du parcours actif pour le palier, et en faisant de même pour le point de remontée. Il n'y a donc pas de temps perdu à usiner plusieurs fois la même portion de tracé. On peut aussi demander une **pause de nettoyage avant chaque nouvelle passe**, le temps de donner un petit coup d'aspirateur. Cette pause sera un message à l'attention de l'opérateur qui devra l'acquitter pour que le cycle reprenne.

Le cadre médian-inférieur contient les quelques paramètres de **plongée**, c'est à dire la façon dont l'outil perce ou pénètre verticalement dans le matériau pour rejoindre la profondeur du point de départ de chaque objet.

Premier paramètre, le **pointage préalable** oblige l'outil à descendre dans le matériau d'une petite profondeur indiquée ici, à la vitesse correspondante. Il est bien évident que ce pointage n'est effectué que si la profondeur demandée lui est inférieure. Cette opération n'est utile qu'avec certains outils et sur des matériaux particulièrement durs.

Ensuite, Galaad propose de dissocier la **vitesse d'avance** (horizontale ou 3D), donnée pour chaque objet, de la **vitesse de descente** dans le matériau, c'est à dire la vitesse du déplacement strictement vertical entre le contact avec la surface supérieure de la pièce et le point profond. Cette vitesse est souvent liée aux caractéristiques de l'outil et doit dans ce cas être précisée une fois pour toutes avec ces paramètres. Quel que soit le dessin, une pointe à graver ou une fraise-boule ne perce pas aussi facilement qu'un bête foret.

En schématisant, on peut dire que l'outil rétracté se déplace d'abord horizontalement à vitesse V1 pour rejoindre la verticale du point de départ de la trajectoire de l'objet à usiner. Ensuite, l'outil est abaissé verticalement à

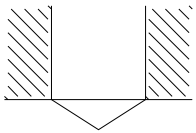
vitesse V2 au contact avec la surface supérieure de la pièce, effectue un éventuel pointage à vitesse V3, puis pénètre en profondeur dans le matériau à vitesse V4. La trajectoire 2D ou 3D est usinée à vitesse V5, et enfin, l'outil remonte directement au point de rétraction au-dessus de la pièce, à vitesse V6. Les vitesses V1, V2 et V6 ne sont *a priori* pas liées à un usinage en particulier et sont donc réglées dans les **paramètres de la fraiseuse**. La vitesse d'avance V5 est donnée pour **chaque objet** lors de son dessin. Restent les vitesses de **pointage** V3 et de **perçage** (ou pénétration) V4, ci-indiquées.

Cependant, il reste possible de donner une vitesse de descente **proportionnelle à la vitesse d'avance** des objets dessinés. Dans ce cas, il suffit d'indiquer la proportion dans la case immédiatement à droite, exprimée en pourcentage de la vitesse d'avance. Ces deux cases sont mutuellement exclusives : une indication portée dans l'une élimine celle déjà existante dans l'autre. Selon l'usage que vous faites de vos outils, il vous appartient de choisir la plus appropriée. A noter qu'il ne peut y avoir de vitesse de descente automatique, sauf proportionnelle à une vitesse d'avance elle-même automatique.

Le **cycle de débourrage**, grand classique du répertoire varié des opérations de perçage, offre la possibilité de faire remonter automatiquement l'outil en phase de plongée lorsqu'il atteint un certain palier de profondeur. Ceci facilite l'éjection des copeaux agglutinés dans le puits de perçage, lesquels risquent d'augmenter le diamètre ou la profondeur en faisant surcouche autour du diamètre et sous la pointe. L'outil remonte alors jusqu'à son point de rétraction au-dessus de la surface du matériau, puis redescend jusqu'au palier suivant ou à la profondeur d'usinage lorsque celle-ci est à portée.

Dans la même veine, le **cycle brise-copeaux** fait un travail similaire au débourrage, sauf que l'outil ne remonte pas en marche-arrière jusqu'à son point de dégagement, mais seulement d'une valeur Z donnée. Cette valeur est en général assez faible, le but de l'opération n'étant que de casser les rubans de copeaux torsadés autour de l'outil en rompant la régularité de la progression par ce bref retrait.

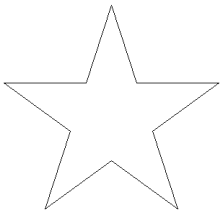
Dans le cas de travaux de perçage avec des forets à bout conique, vous pouvez ajouter la **surprofondeur pour les perçages simples** correspondant à la hauteur du cône. Le plateau-martyr appréciera plus ou moins.



Enfin, la partie inférieure de la boîte de dialogue fournit des **statistiques** sur l'utilisation qui a été faite de chaque outil. Ces statistiques sont passives. Galaad ne sonnera pas l'alarme quand une limite d'usure est atteinte. Les valeurs peuvent aider à surveiller vos outils, mais la gestion vous revient.

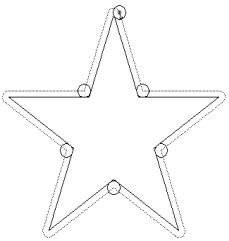
☐ Contournage

Lorsque vous dessinez un objet avec Galaad, le tracé est censé représenter fidèlement une trajectoire d'outil dans l'espace. Trajectoire sous-entend le parcours géométrique suivi par la pointe de l'outil (ou l'axe central à son extrémité inférieure), mais pas forcément l'allure finale de la pièce usinée. Prenons un exemple suffisamment éloquent :



Dessinez sur votre planche une étoile à cinq branches toute simple. Comme Galaad est un logiciel bien fait, une icone de dessin est expressément prévue à cet effet. Imaginons que vous vouliez **découper** très précisément cette étoile dans une plaque fine : vous réglez sa profondeur sur l'épaisseur de la plaque, et le tour est presque joué. Oui, mais...

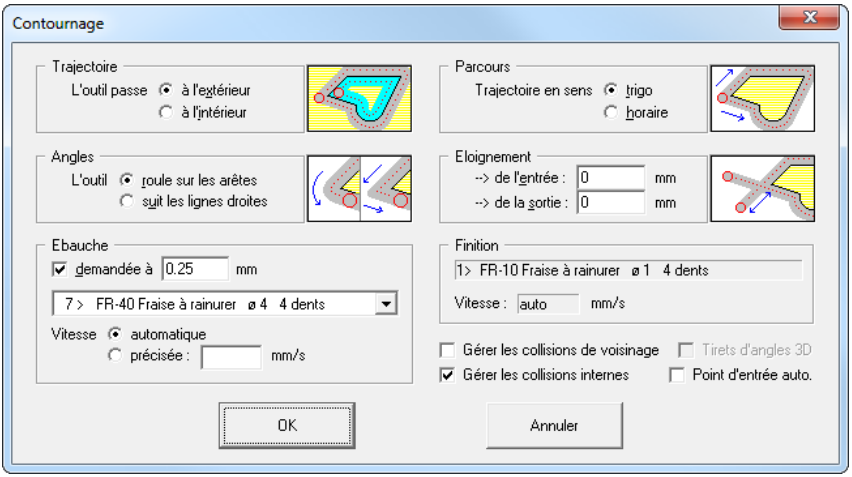
Mais si le tracé correspond bien au parcours effectué par l'outil, celui-ci n'a pas un diamètre infiniment petit. L'étoile découpée va donc être un peu plus petite que celle effectivement dessinée sur la planche. La différence sera d'ailleurs quelque chose comme le rayon de l'outil utilisé pour la découper. Bref, on voulait une étoile précise et c'est raté.



Dans un monde parfait, la trajectoire de l'outil devrait logiquement passer à côté de l'étoile dessinée, légèrement à l'extérieur si l'on veut récupérer l'étoile, ou légèrement à l'intérieur si l'on veut récupérer la plaque autour. Il y a donc un choix de trajectoire à faire, et une **correction de la trajectoire de l'outil** par rapport au dessin. Le monde est parfait, puisque Galaad peut faire ça pour vous.

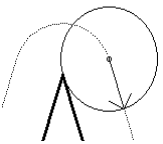
Sélectionnez votre étoile et allez chercher la commande "Usinage / Contournage / Définir la trajectoire". Il apparaît aussitôt une nouvelle boîte de dialogue assez riche en éléments de contrôle.

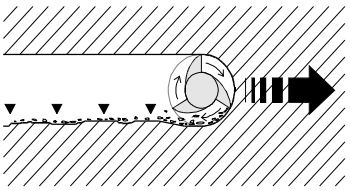
Au passage, cette commande a un raccourci plus pratique dans la barre de commandes en haut de la fenêtre.



Il ne vous reste plus qu'à définir la **trajectoire** que l'outil doit suivre sur l'un des bords de l'objet dessiné. Commencez par préciser si le passage de l'outil doit passer à l'extérieur (on récupère l'intérieur) ou à l'intérieur (on récupère l'extérieur) du tracé.

Indiquez ensuite le sens de **parcours** de l'outil, horaire ou trigonométrique. Peu importe alors le sens du tracé. L'usinage suivra exclusivement cette indication, et une petite flèche schématisera au point de départ de la trajectoire la direction suivie par l'outil.

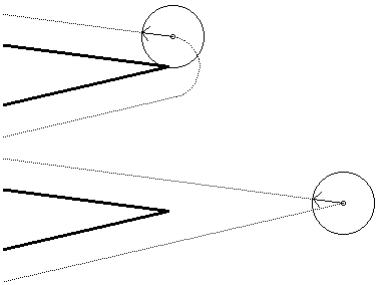




Bord de coupe et sens de parcours sont deux paramètres assez intimement liés. La combinaison de l'avance et de la rotation de l'outil va lui faire racler proprement le bord attaqué *"en opposition"* et rouler sur le bord attaqué *"en avalant"*.

Le bord attaqué en avalant aura en général une moindre qualité de coupe, et les copeaux viendront s'y recoller. Notez qu'il peut y avoir de notables exceptions à ce principe, selon le matériau à usiner et l'outil de coupe utilisé. Pour un outil tournant en sens horaire (vu de dessus), ce qui est le cas général des broches, il est donc préférable de faire un parcours horaire si l'outil passe à l'intérieur du tracé, et trigonométrique s'il passe à l'extérieur. Galaad se permet d'ailleurs de choisir tout seul un sens de parcours pour vous, mais n'ira pas jusqu'à vous l'imposer. Si vous modifiez ce sens de parcours, c'est vous qui aurez le dernier mot.

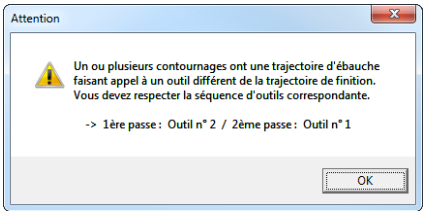
Vous devez ensuite préciser le type de manœuvre à exécuter autour des **angles** saillants. Galaad peut soit faire une avance linéaire jusqu'au point d'intersection des segments corrigés, soit suivre un arc d'enroulement autour de l'arête. Il est souvent préférable de suivre une trajectoire roulée, mais cela peut parfois alourdir les calculs.



A partir des points d'entrée et de sortie (qui peuvent être confondus si l'objet est fermé), vous pouvez choisir une distance d'**éloignement**, afin de ne pas percer le matériau trop près de la trajectoire à suivre. Cette option peut éviter de voir la pièce marquée par le cycle de perçage si celui-ci est effectué en contact direct avec la partie récupérée. Mais Galaad offre en plus la possibilité de fixer vous-même ces points d'entrée et de sortie si nécessaire. Voyez les autres commandes du menu "Usinage / Contournage".

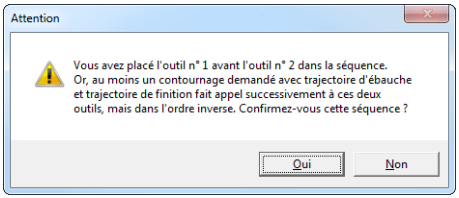
Il se peut qu'une opération de coupe nécessite le passage préalable d'un **outil d'ébauche**, sachant que **l'outil de finition est invariablement celui défini pour l'objet** (ainsi que sa vitesse d'avance), rappelé pour information en bas à droite de la boîte de dialogue mais non modifiable. Pour l'ébauche, vous pouvez demander à utiliser un outil différent avançant à une vitesse différente, et laisser une petite marge de matière qui sera enlevée lors du passage de l'outil de finition. Attention, la séquence des outils a priorité sur les travaux d'ébauche/finition des contournages. Si vous demandez une ébauche avec un outil différent, pensez à le faire passer avant celui de finition dans la séquence d'usinage pour ne pas mettre la charrue avant l'ébauche.

Dans les faits, si votre dessin comprend un contournage double avec trajectoires d'ébauche puis de finition, avant même d'établir la séquence des cycles outils, Galaad viendra vous rappeler qu'un ordre prioritaire doit préempter cette séquence.


Attention
Un ou plusieurs contournages ont une trajectoire d'ébauche faisant appel à un outil différent de la trajectoire de finition. Vous devez respecter la séquence d'outils correspondante.
-> 1ère passe : Outil n° 2 / 2ème passe : Outil n° 1
OK

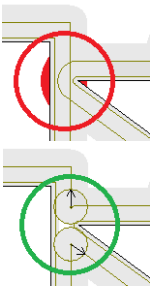
Dans ce cas, Galaad prépare d'autorité la **séquence d'outils** dans l'ordre des trajectoires. Mais vous avez toujours le dernier mot, et par conséquent le droit de modifier cette séquence à votre guise.

Si d'aventure vous choisissez de rompre la séquence ébauche-finition d'un ou plusieurs contournages, un dernier message d'avertissement vous demandera tout de même confirmation.


Attention
Vous avez placé l'outil n° 1 avant l'outil n° 2 dans la séquence. Or, au moins un contournage demandé avec trajectoire d'ébauche et trajectoire de finition fait appel successivement à ces deux outils, mais dans l'ordre inverse. Confirmez-vous cette séquence ?
Oui
Non

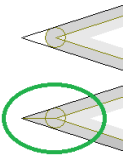
Pour en finir avec la boîte de dialogue du calcul de contournage, quelques petites options vous permettent d'activer les fonctions suivantes :

- **Gérer les collisions de voisinage** sert à éviter que les contours calculés pour des objets voisins ne se chevauchent et aboutissent à un résultat inattendu sur la pièce usinée, principalement pour les contours d'ébauche qui peuvent se faire avec des outils de grand diamètre. Cette option déclenche la recherche de collisions de contours et définit le cas échéant un contour global des formes trop proches. Ceci ne peut fonctionner que si les outils entrant en collision ont le même diamètre à la profondeur.

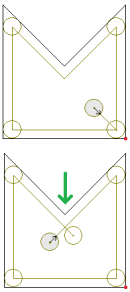


- **Gérer les collisions internes** n'a d'utilité que pour un parcours 3D dont le tracé opère des recoupements ou des rapprochements. Le cas typique est une spirale 3D pour laquelle le contour à chaque spire recouvre celui de la spire voisine. En 2D½, le calcul éliminerait toute portion de contour trop proche du tracé global (spire courante, précédente ou suivante). En 3D, le recouvrement est acceptable puisque les tracés de contour n'ont pas la même profondeur.

- **Tirets d'angles 3D**, réservée aux outils coniques, ajoute un effet "carving" dans les angles aigus. Le cône de l'outil remonte de façon oblique pour atteindre le fond d'un angle rentrant. La trajectoire de coupe est identique, mais le biseau ainsi obtenu donne un aspect plus soigné.

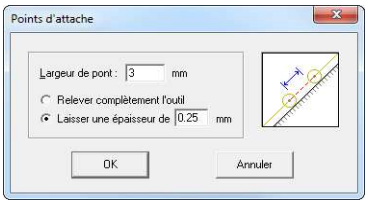


- **Point d'entrée automatique** laisse à Galaad le soin de choisir le point de départ de la trajectoire de contournage. Cette fonction va de pair avec les deux distances d'éloignement (point d'entrée et éventuellement point de sortie) et sert surtout aux calculs sur des séries de formes à découper, sans avoir à définir chaque point d'entrée. Le point choisi sera l'angle le plus rentrant (contournage intérieur) ou le plus saillant (contournage extérieur) de façon à éloigner le plus possible le point de plongée du contour à usiner.



Il n'est guère possible de modifier la géométrie d'un parcours de contournage calculé par Galaad, sinon en modifiant la forme à laquelle il est rattaché. Ce nonobstant, quelques petites fonctions annexes permettent tout de même d'adapter ce parcours à des besoins particuliers. Pour cela, une fois la ou les trajectoires affichées, il suffit d'aller chercher la fonction intéressante dans le sous-menu "Usinage / Contournage".

Ainsi, vous pouvez **créer un nouvel objet** à partir du calcul d'une trajectoire de contournage, objet qui sera indépendant de celui de départ. Si l'objet sélectionné a déjà une trajectoire de contournage, cette trajectoire sera aussitôt transformée en nouvel objet, sans autre forme de procès. Sinon, il vous sera demandé de préciser une distance de contournage et les autres paramètres classiques du calcul.



Les fonctions de **points d'attache** permettent d'ajouter ou manipuler des ponts de matière dans une découpe, donc sur le tracé de contournage, pour éviter que la partie découpée ne prenne la tangente aussitôt le parcours bouclé.

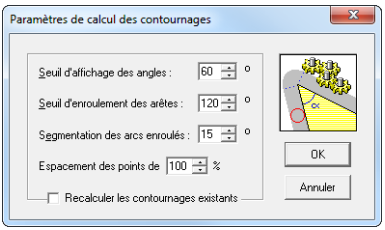
Il est possible de remonter complètement l'outil (tracé interrompu par le pont) ou laisser une petite épaisseur de matière. Le positionnement des points d'attache se fait par pointage direct sur les tracés de contournage. Il est possible

de les déplacer ou les supprimer *a posteriori*. Une fonction permet d'ailleurs de supprimer tous les points d'attache d'un objet sélectionné.

Important : lorsqu'un contournage est **recalculé**, que ce soit de façon automatique ou sur demande expresse, les points d'attache disparaissent. Par conséquent, il vaut mieux les placer en dernier.

Autre possibilité, vous pouvez manuellement **ajouter un segment ou un arc d'entrée ou de sortie** qui viendra compléter la trajectoire calculée. Le segment d'entrée peut d'ailleurs suivre une pente oblique 3D, partant de la surface de la pièce pour arriver en biais à la bonne profondeur, pour le cas où la fraise utilisée est incapable d'effectuer une plongée verticale. Attention, Galaad ne vérifie pas la validité de vos ajouts, notamment en ce qui concerne les collisions internes ou avec des objets voisins. A noter aussi qu'aucune loi ne vient limiter le **cumul** de ces ajouts ; vous pouvez donc en cascader plusieurs pour créer à votre convenance une véritable polyligne d'entrée ou de sortie.

Les **paramètres avancés** de contournage servent à régler le calcul et l'affichage des tracés. Sur les angles vifs sont ajoutés des cercles rappelant le diamètre de l'outil à la profondeur, le point d'entrée étant doté d'une flèche indiquant le sens de parcours.


Paramètres de calcul des contournages
Seuil d'affichage des angles : 60 °
Seuil d'enroulement des arêtes : 120 °
Segmentation des arcs enroulés : 15 °
Espacement des points de 100 %
Recalculer les contournages existants
OK
Annuler

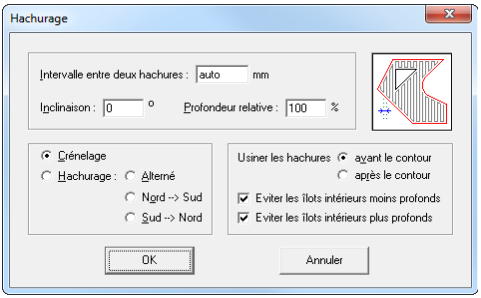
Le **seuil d'enroulement** des arêtes définit à partir de quelle valeur angulaire le calcul doit opérer un arc d'enroulement plutôt que de suivre les tangentes jusqu'à intersection. Une valeur inférieure à 90° n'a aucun intérêt et produira des vecteurs inutiles. Le paramètre d'**espacement des points** donne une valeur sans unité de simplification du tracé. Cette fonction sert surtout à nettoyer le tracé de l'objet en éliminant les toutes petites épines qui peuvent fausser le calcul ou produire un mouvement haché, notamment avec les images vectorisées.

Hachurage et cycle de poche

Les opérations de gravure et de fraisage nécessitent parfois l'évidage d'une surface délimitée. Si l'on utilise un outil à faible diamètre, le trait de gravure sera fin. On pourra avoir besoin de mettre une zone en valeur, par exemple une surface entre deux bords gravés comme dans le cas de caractères pleins.

Galaad propose deux possibilités de remplissage. La plus classique est le simple hachurage de la zone avec des traits parallèles qu'il sera possible d'arranger un peu. L'autre approche, plus mécanique, consiste à effectuer des contournages successifs jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de surface restée découverte. Commençons par le hachurage.

Attrapez l'icone de dessin de polygones fermés (série des polylignes) et construisez un polygone fermé assez large à six ou sept sommets, puis un deuxième plus petit, entièrement à l'intérieur du premier. Sélectionnez ensuite votre polygone extérieur, et rendez-vous sur-le-champ à la commande "Dessin / Hachurage" (une icone de raccourci existe, vers la droite).



Une boîte de dialogue va vous permettre de définir les paramètres du hachurage avec lequel vous souhaitez remplir la surface délimitée par le polygone extérieur. Ces paramètres sont peu nombreux et pas bien compliqués une fois qu'on les a pratiqués.

Le premier d'entre eux donne un **intervalle entre deux hachures** consécutives. Cet intervalle varie en général selon le diamètre de l'outil utilisé pour usiner les hachures. Si vous laissez sa valeur indéfinie ou sur "Auto", Galaad prendra, comme distance par défaut, le rayon de l'outil à la profondeur des hachures, soit un taux de recouvrement de 50%. Mais vous pouvez donner une valeur bien à vous.

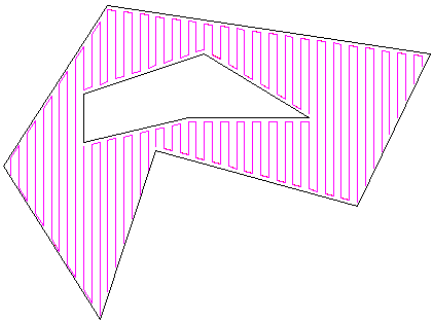
Les hachures peuvent avoir une **inclinaison** par rapport à la verticale. On se rappellera qu'un angle positif en sens trigonométrique penche à gauche. L'angle d'inclinaison d'un texte italique penchant à droite est négatif.

Dans certains cas de gravure, le remplissage d'une surface peut ne pas suivre tout à fait la profondeur du contour. Vous devez donc préciser la **profondeur relative** des hachures par rapport au contour. Cette relation est donnée en pourcentage de la profondeur du contour, et non en profondeur absolue, ce qui vous facilite le travail lors de hachurage en série sur plusieurs objets aux profondeurs hétérogènes.

Le type de remplissage est défini par les options exclusives de **crénelage** ou **hachurage**. Un crénelage est un hachurage dont les lignes sont jointes par de petits segments de liaison. L'usinage d'un tel remplissage est bien plus rapide que pour des traits de hachurage indépendants, puisque l'outil n'a pas à être remonté, légèrement déplacé puis redescendu entre deux hachures. Mais il se peut que vous souhaitiez tout de même avoir des hachures à simples traits. Dans ce cas, vous devez en plus préciser le sens suivi par les hachures.

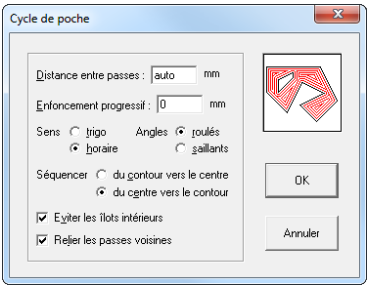
Pour la séquence de remplissage, il est utile de décider si les hachures doivent être usinées **avant ou après le contour**. On place souvent le remplissage avant, pour avoir une meilleure finition sur les bords du contour. Mais ceci n'a rien d'obligatoire.

Enfin, vous pouvez choisir de recouvrir ou **éviter les îlots intérieurs**, comme ce deuxième polygone englobé dans le premier et qu'on va épargner. Important : pour être considéré comme un îlot, **le polygone intérieur doit être fermé**. La boîte de dialogue vous permet de filtrer les îlots selon leur profondeur relative.



A noter que vous pouvez sélectionner en une seule fois toutes les hachures de votre dessin en faisant une sélection par filtrage.

Gardez encore un moment les polygones dessinés mais annulez l'opération de hachurage, ou profitez du fait que les hachures sont sélectionnées pour les supprimer. On va maintenant s'intéresser au cycle de poche. Ne cherchez pas trop longtemps, la commande est juste sous celle du hachurage, que ce soit dans le menu ou l'icone qui fait raccourci.

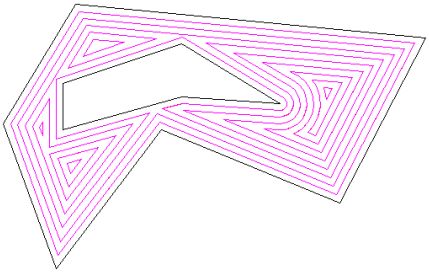


De même que pour un intervalle de hachurage, le cycle de poche vous demande une **distance entre deux passes** successives. La valeur par défaut (ou automatique) sera de façon classique le rayon de l'outil utilisé pour chaque polygone extérieur, soit un recouvrement de 50%. A vous de préciser une valeur différente si nécessaire.

L'**enfoncement progressif**, un peu comme la duplication d'objets, commande une augmentation de la profondeur au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre. Vous pouvez vous en servir pour donner de l'effet 3D aux surfaces à remplir.

Comme pour les trajectoires de contournage, auxquelles le cycle de poche se réfère d'ailleurs, il est nécessaire d'indiquer un **sens de parcours**. Celui-ci sera en général horaire puisque le remplissage se fait par définition à l'intérieur d'un contour. Et de la même façon, vous pouvez choisir le type de manœuvre à effectuer sur les **angles** saillants, c'est à dire rouler autour de l'arête ou suivre une simple ligne droite.

Enfin, le cycle de poche doit être **séquencé** par rapport au contour, c'est à dire usiné en allant du contour vers le centre ou du centre vers le contour. Vous pouvez aussi choisir d'**éviter les îlots intérieurs**, comme pour la fonction de hachurage.

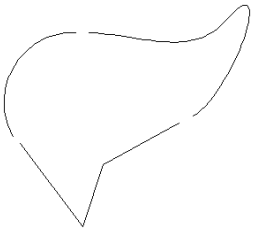


Dernier paramètre pour la route, le fait de **relier les passes voisines** fait un raccord entre les contours successifs, afin d'accélérer le processus d'usinage, un peu comme le crénelage vu plus haut. Avec des îlots intérieurs, l'exercice risque de devenir plus compliqué, mais Galaad essaiera de faire de son mieux. Le hachurage donne parfois de meilleurs résultats que le cycle de poche dans les cas critiques, c'est à dire les polygones extérieurs constitués de très petits vecteurs plus ou moins irréguliers ou saillants.

Connexion de parcours

On a vu comment le logiciel pouvait calculer un contournage ou une zone de remplissage délimitée à partir d'un polygone unique. Mais l'opération se complique lorsqu'il s'agit de prendre en compte une trajectoire formée non par un seul mais plusieurs objets juxtaposés qui définissent le contour. Certes, le parcours d'usinage se fera d'une traite si les objets se suivent dans la séquence. Il vous reste aussi la possibilité de souder l'un à l'autre deux objets jointifs pour n'en faire plus qu'un seul. Le problème, c'est que les objets perdent les propriétés géométriques qui ont servi à les construire lorsqu'ils sont soudés. Il sera alors plus difficile de modifier leur forme *a posteriori*.

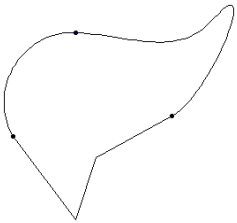
Par exemple, vous avez dessiné un arc de cercle ouvert, suivi d'une polyligne simple, elle-même suivie d'une courbe de Bézier qui referme le parcours. Trois objets distincts et indépendants, dont deux ont des propriétés géométriques intrinsèques (l'arc et la courbe de Bézier), mais qui définissent tous ensemble un parcours cohérent.



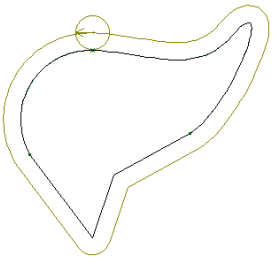
Galaad propose une alternative intéressante à la soudure simple, qui ne fera aucun mal aux objets. Il s'agit d'**intégrer en un parcours unique les différents objets** qui composent la trajectoire globale, tout simplement en connectant les bouts jointifs.

Sélectionnez un point extrême d'un des objets et appelez la commande "Usinage / Parcours / Connecter les objets". Si tout se passe bien, vos deux objets ont été connectés. Si vous sélectionnez l'un d'eux, l'autre est sélectionné en même temps, et ils seront déplacés ensemble. Vous pouvez globaliser la connexion en sélectionnant ensemble tous les objets et en appliquant la même commande. Ce sera sans doute plus rapide.

Rien n'a changé en apparence dans le tracé de vos objets, hormis l'apparition de petits points sombres de connexion aux extrémités de chacun (commande "Affichage / Tracé / Parcours / Points de connexion"). Vous avez maintenant un **parcours ininterrompu** de la trajectoire globale, que vous pouvez manipuler comme un **objet unique**.



Notez au passage que cette commande a un raccourci plus rapide dans la barre de commandes en haut de la fenêtre.



Vous pouvez dès à présent demander un **contournage** ou un **hachurage** du parcours ainsi connecté. Ce parcours n'est pas nécessairement fermé comme sur notre exemple. Vous pouvez connecter - et contourner, au fait - un parcours resté ouvert. Le but n'est que de définir un **macro-objet** que Galaad verra comme entité globale, sans passer par une soudure plus violente.

En déconnectant les objets, vous vous rendez compte que chacun reprend son indépendance et par la même occasion les propriétés géométriques qu'il avait occultées tant qu'il était intégré au parcours global. **Vos objets n'ont subi aucun dommage.**

D'autres fonctions annexes viennent faciliter le travail sur les parcours connectés. Vous pouvez par exemple sélectionner un point de connexion en rouge et le définir comme point d'entrée du parcours, ou bien changer le sens global de parcours pour l'usinage, sans préjuger d'un éventuel contournage. Si cela s'avère nécessaire, vous pouvez même souder définitivement les connexions. Mais dans ce cas, adieu les propriétés géométriques : les objets deviennent de simples polylignes de façon définitive.

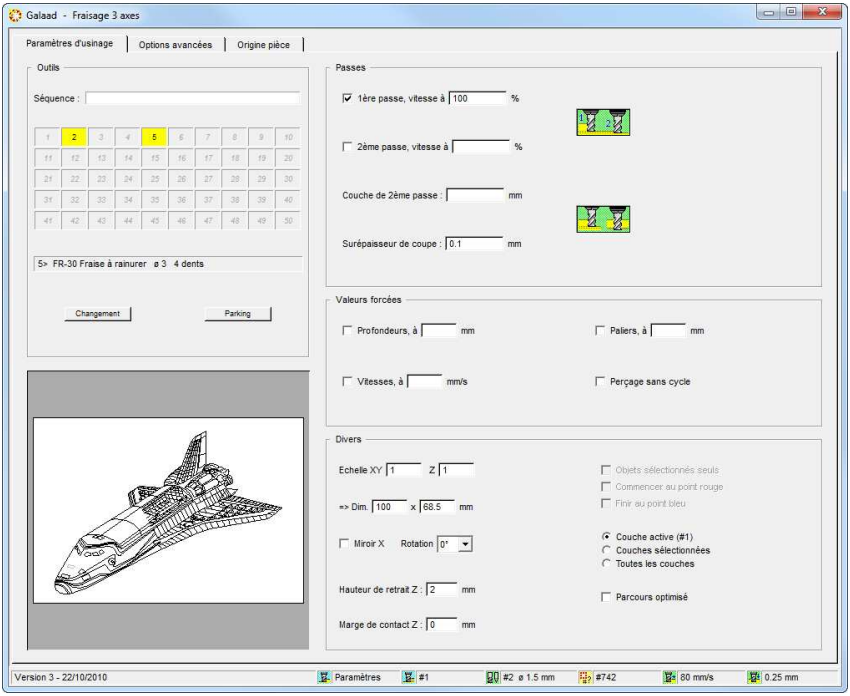
7

00111

FONCTIONS AVANCEES DE L'USINAGE

Positions de fin de cycle

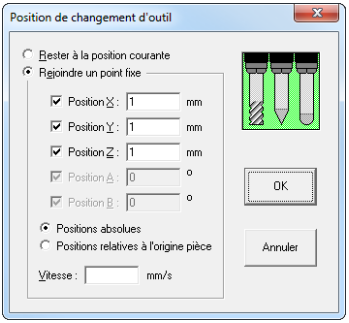
Nous avons vu assez brièvement les fonctionnalités de base du module d'usinage intégré à Galaad. Vous avez probablement déjà usiné avec succès et souhaitez en savoir plus sur les paramètres accessibles. Il est donc temps de creuser un peu le filon et faire de nouvelles découvertes. Prenez un dessin quelconque et lancez son fraisage, ou une simulation si la machine est monopolisée depuis de longues heures par un collègue égoïste et ravi.



Cette fenêtre est sans doute devenue presque familière et vous savez déjà régler une séquence d'outils. Si ce n'est pas le cas, vous avez sauté le chapitre consacré à l'apprentissage de l'usinage. Retournez-y pour une petite revue de détail pendant qu'on vous attend ici. Dépêchez-vous.

On ne revient donc plus sur cette séquence d'outils bien acquise, ce qui nous dispense d'une petite moitié de la fenêtre. Mais avant de s'intéresser aux

nombreux paramètres des cadres de droite, faisons un petit passage rapide par les boutons de réglage des positions d'outil en fin de cycle.



Cliquez sur le bouton "**Changement**" : il apparaît aussitôt une petite boîte de dialogue demandant une position de changement d'outil. Si votre machine utilise une course de référence pour recaler son zéro, alors cette position est donnée en **coordonnées absolues**, donc par rapport à ce zéro fixe. Elle correspond au point que l'outil doit rejoindre en fin de cycle lorsqu'un autre outil doit être appelé.

Si vous ne souhaitez pas que l'outil bouge de sa position en fin de cycle, c'est à dire le point de dégagement au-dessus de la sortie du dernier objet usiné, indiquez qu'il doit rester à la position courante. Sinon, vous devez entrer des coordonnées pour chaque axe. Notez que si une valeur dépasse la course utile de l'axe, il est bien évident que Galaad n'essaiera pas pour autant de mener l'outil au-delà. Il y a des limites au royaume des bornes.

En général, la position de changement d'outil est donnée de manière à faciliter le travail de démontage et remontage sur le mandrin de la broche. On préférera donc amener l'outil en position bien relevée et vers l'avant de la machine, ou du moins près de l'opérateur, pour un meilleur accès.

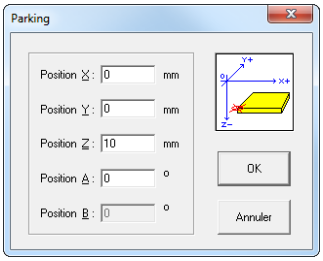
La vitesse par défaut est celle précisée dans les paramètres de la fraiseuse pour les mouvements inactifs XY et pour les mouvements de remontée Z. Mais vous pouvez éventuellement la surcharger en indiquant une vitesse spécifique pour ces mouvements de fin de cycle.

Le bouton voisin "**Parking**" définit la position que le tout dernier outil de la séquence doit rejoindre en fin de cycle. Etant donné que l'usinage est alors présumé achevé - ou abandonné - on cherche cette fois à parquer l'outil loin de l'opérateur pour ne pas gêner le dégagement manuel de la pièce hors du plateau. Les paramètres de cette nouvelle boîte de dialogue sont identiques à celle précédemment décrite, avec les mêmes fonctions.

Si vous rangez votre outil près du zéro d'un ou plusieurs axes, il est préférable de mettre tout de même une petite valeur (par exemple 1 mm), afin

de ne pas laisser un chariot mobile pile sur le capteur de fin de course. Ceci peut éviter un vieillissement prématuré des contacts. Merci pour eux.

Si votre machine n'est pas équipée de capteurs de fin de course, ou si vous ne souhaitez pas travailler en coordonnées absolues avec un recalage sur le point zéro machine, il va de soi que les paragraphes précédents ne vous concernent pas.



Dans ce cas, vous pouvez tout de même régler des positions de fin de cycle. Ces positions deviennent relatives au seul point zéro existant : le point zéro pièce. Les coordonnées peuvent alors être positives ou négatives. Attention, une valeur **négative** pour l'axe Z signifie qu'on se positionne **en-dessous** de l'origine pièce.

☐ 1ère passe, 2ème passe, découpe

Le premier cadre de paramètres, en haut à droite, nous parle de **passes** d'usinage. Ce terme assez générique peut servir à définir bien des choses différentes, et de façon générale chaque passage qu'un outil fait sur une pièce. Dans la terminologie utilisée par Galaad, on distingue les opérations cycliques d'usinage comme suit, en partant du plus haut niveau :
- la **séquence d'outils**, définie par l'utilisateur,
- les **passes**, liées à l'organisation de l'usinage (1ère et 2ème passe, découpe),
- les **paliers**, liés à la profondeur maximale de l'outil (sauf 2ème passe),
- les **objets** ou **tracés**, liés au dessin proprement dit.

Un usinage complet est donc une répétition de prises d'origine pièce et pilotages automatiques couvrant une séquence d'outils. Pour chaque outil, on conduit des passes : 1ère passe, qui peut être une ébauche, puis éventuellement 2ème passe, qui peut être la finition s'il y a eu une ébauche, puis passe de découpe. Lors de la 1ère passe et de la passe de découpe, on respecte les paliers de profondeur maximale définis pour chaque outil, mais pas lors de la 2ème passe. Enfin, pour chaque palier, on usine les trajectoires dessinées qui entrent dans le cadre de ce palier (il est possible d'enchaîner tous les paliers pour chaque objet, une option en ce sens existe dans les paramètres avancés de la

machine). Il va de soi qu'un usinage simplifié peut très bien n'appeler qu'un seul outil, une seule passe et un seul palier.

Nous avons déjà vu la séquence d'outils, revenons donc à nos passes. Lorsque vous dessinez un objet avec Galaad, vous lui attribuez une profondeur d'usinage. Si cette profondeur correspond à l'épaisseur du matériau sur toute la longueur du tracé, l'objet est marqué comme étant "découpé". Dans ce cas, le fait de changer l'épaisseur du matériau met globalement à jour les profondeurs de tous les objets à découper. Nous avons donc des **objets à découper**, d'une part, et des **objets à graver ou fraiser** à profondeur moindre, d'autre part. A noter que les parcours 3D comme les maillages ne sont pas concernés puisque leurs profondeurs varient le long du tracé.

Pour des raisons pratiques, Galaad choisit d'usiner les objets à découper en tout dernier pour chaque outil. La raison est assez simple : si vous découpez la pièce, il y a toutes les chances pour que les morceaux ne tiennent plus en place pendant des fraisages suivants. Lorsqu'on fait un travail de gravure et de découpe, il est évident que mieux vaut faire la découpe en dernier, sinon le risque est grand de voir une partie de la pièce découpée prendre la clef des champs et l'outil graver dans le vide ou, pire, sur un morceau déplacé. Galaad rompt donc ici la séquence définie dans le dessin et classe les objets en deux groupes : gravure et fraisage d'une part, découpe d'autre part. Au sein de chaque groupe, la séquence de dessin est respectée.

D'autre part, il est parfois utile de ne pas attaquer du premier coup la profondeur de gravure demandée pour une trajectoire, mais commencer par en faire une approche de dégrossissage. Prenons par exemple un objet à graver à une profondeur de 10 mm. Nous pouvons soit faire le passage direct de l'outil à 10 mm, soit demander deux passes successives à 9,9 mm puis 10 mm. La 1ère passe de l'outil enlève le gros du matériau dans le sillon usiné, et la passe suivante se contente d'enlever la petite **couche de 2ème passe** restante de 0,1 mm ainsi que les copeaux agglutinés. Lors de cette 2ème passe, le travail de l'outil est négligeable et il peut avancer beaucoup plus vite.

Vous pouvez donc choisir de faire une ou deux passes avec les objets non découpés.

Pour les objets découpés, il n'est pas utile d'exécuter une 2ème passe, puisque la profondeur de coupe atteint déjà l'épaisseur du matériau. Il n'y a donc pas de surcouche à enlever pour obtenir un bon état de coupe. Par contre,

vous pouvez demander l'adjonction d'une petite surprofondeur pour cette passe de coupe, afin de bien traverser la pièce de part en part. Cette **surépaisseur de coupe** par rapport au matériau peut d'ailleurs correspondre à l'épaisseur d'un adhésif de fixation sur le plateau-martyr. Il n'est pas nécessaire d'exagérer cette surépaisseur au-delà du raisonnable. Votre plateau-martyr vous en saura gré.

Les **vitesses** d'avance des passes sont globalement manipulables. Vous pouvez préciser un facteur multiplicateur pour chaque passe sans avoir à reprendre toutes les vitesses paramétrées pour chaque objet. Ces multiplicateurs agissent sans distinction sur les vitesses dûment établies et les vitesses calculées automatiquement. Si l'on choisit de faire une 2ème passe de nettoyage, on utilise en général une vitesse surmultipliée d'un facteur 200 % ou 300 %, voire plus. Ceci dépend de l'épaisseur de la couche de 2ème passe que vous aurez choisi de laisser, ainsi que du matériau. La passe de découpe obéit de façon logique au paramètre multiplicateur de 1ère passe.

Récapitulons : vous avez une pièce à usiner comprenant un périmètre de découpe et des traits de gravure. Si vous choisissez d'exécuter deux passes, le cycle d'outil comprendra un usinage des tracés gravés, à la profondeur de chacun d'eux moins la couche de 2ème passe, puis cette 2ème passe plus rapide à la profondeur normale, et enfin la découpe du périmètre à la profondeur correspondant à l'épaisseur de la pièce plus la surépaisseur de coupe. Si vous n'avez pas demandé de 2ème passe, la 1ère passe d'usinage se fera directement aux profondeurs finales de gravure, la découpe restant inchangée.

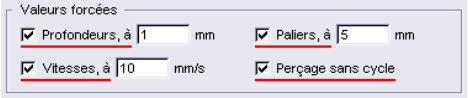
❑ Valeurs forcées

Il peut arriver qu'on ait à usiner d'un dessin en utilisant d'autres profondeurs ou vitesses pour l'ensemble des objets. Dans ce cas, au lieu de reprendre le dessin et sélectionner tous les objets pour en modifier les caractéristiques d'usinage, Galaad vous propose d'ignorer ces caractéristiques et de conduire l'usinage avec des valeurs forcées. Ces valeurs concernent la profondeur, la vitesse d'avance, les paliers d'outils et les cycles de perçage.

Par exemple, vous avez un dessin comprenant toute une gamme de profondeurs et de vitesses, et l'outil qui doit démarrer son cycle fait des paliers de 2 mm avec cycle de débourrage. Or, vous souhaitez réaliser un usinage des objets dessinés avec cet outil à 1 mm de profondeur et une vitesse d'avance de

5 mm/s, sans palier ni débourrage. Dans ce cas, il vous suffit de préciser une profondeur forcée à 1 mm, une vitesse à 5 mm/s, des paliers à 5 mm et de cocher la case "Perçage sans cycle". Le cycle d'outil préparé ignorera les caractéristiques des objets et de l'outil utilisé pour suivre ces valeurs.

Nota : les valeurs forcées ne modifient pas les paramètres du dessin ni ceux des outils.



Cette fonction peut aussi aider à préciser des profondeurs et vitesses seulement au moment d'usiner et selon l'outil qui va être appelé.

Paramètres divers

Le dernier cadre de paramètres d'usinage donne des indications assez diverses que vous pouvez manipuler selon vos souhaits. Les premiers paramètres concernent l'**échelle** qui sera appliquée au dessin lors de l'usinage. Si votre dessin ne correspond pas aux dimensions finales de la pièce à usiner, inutile de reprendre tout le travail de conception. Il suffit d'indiquer une échelle différente, et le tour est joué. Notez que le facteur d'échelle Z est séparé pour plus de commodité. Les **dimensions** résultantes de votre pièce sont immédiatement affichées dessous, et vous pouvez même donner directement une de ces dimensions pour éviter de faire le calcul d'échelle. On rappelle que vous pouvez là encore taper une formule mathématique.

Pour une gravure par le fond d'un matériau transparent, il convient de choisir l'usinage en **miroir X** afin de ne pas avoir à tout redessiner à l'envers. Avec Galaad, on se préoccupe seulement du résultat final ; les petits arrangements interviennent au moment d'usiner. De même, si vous souhaitez faire une **rotation** cartésienne globale de votre pièce, faites-le seulement dans la préparation de ces paramètres d'usinage. La fenêtre de prévisualisation du dessin final vous aidera éventuellement à orienter la pièce sur la machine.

Elément d'importance, la **hauteur de retrait Z** définit le plan de dégagement de l'outil au-dessus de la pièce, lorsque celui-ci doit être relevé et acheminé vers l'objet suivant. Cette hauteur est donnée **en valeur absolue** et par rapport à la surface supérieure de la pièce. Si le dessus de votre pièce n'est pas uniformément plan ou s'il se trouve des obstacles, vous devez indiquer une

valeur qui permette de manœuvrer l'outil sans jamais rencontrer de matériau ou d'obstacle quelconque, sinon gare à la casse ! Inversement, faire remonter l'outil trop haut allonge inutilement la durée de l'usinage, à moins que votre machine ne soit capable de tenir des vitesses inactives très rapides. A chaque modification de cette hauteur, celle-ci reste mémorisée pour tous les usinages suivants.

Dans la même veine, la **marge de contact Z** permet de définir jusqu'à quelle distance de la surface de la pièce l'outil descend en vitesse rapide (vitesse réglable parmi les paramètres de la fraiseuse). Une petite marge évitera un contact trop percutant. La plongée à vitesse lente dans le matériau commencera à partir de ce point.

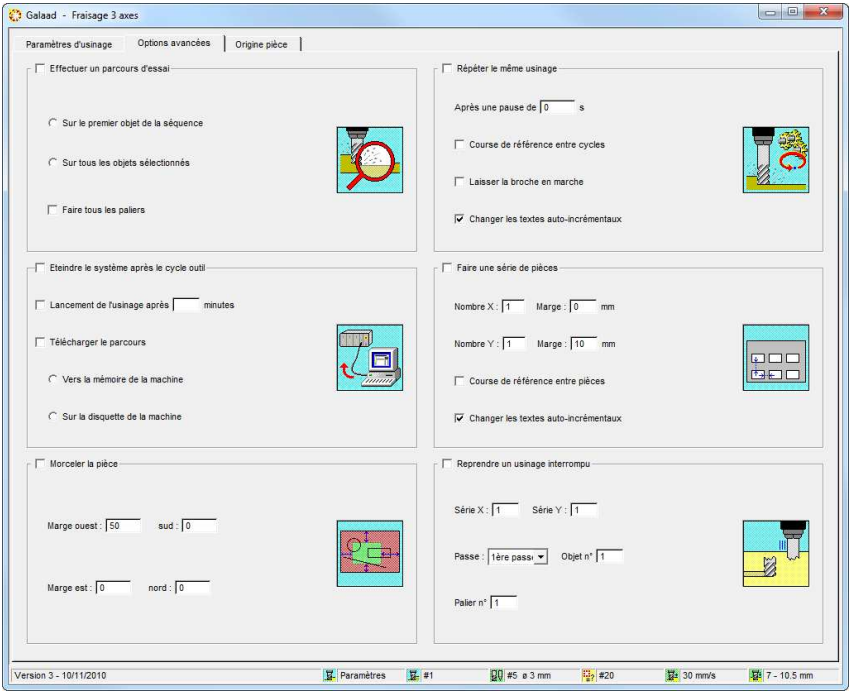
Pour faciliter le travail de reprise d'un usinage interrompu ou exécuter un usinage partiel, Galaad propose de n'usiner que les **objets sélectionnés seuls**, selon ce que vous avez sur votre dessin. Ceci fait office de filtre d'usinage simplifié. Vous sélectionnez dans le dessin ce que vous voulez usiner et cochez ensuite la case correspondant à cette option. Les objets non sélectionnés ne seront pas concernés. Vous pouvez aussi commencer un usinage à un point situé à l'intérieur d'un objet, à condition que ce point soit sélectionné en rouge dans le dessin, et aussi arrêter l'usinage au point sélectionné en bleu, ces deux options étant indépendantes.

Dans la même veine, vous pouvez filtrer les **couches de dessin** à usiner, par défaut ceux de la couche active et seulement ceux-là. Les objets qui seront effectivement usinés dans le cycle outil à lancer apparaissent nettement dans la petite fenêtre de prévisualisation en bas à gauche. Les autres objets, correspondant à d'autres outils, des couches rejetées, ou encore filtrés sur sélection, apparaissent en traits grisés.

Enfin, il est possible de modifier à ce stade la séquence des tracés au sein d'une passe et d'un cycle outil pour obtenir un **parcours optimisé**, dans lequel les déplacements inactifs sont réduits, chaque objet à usiner étant choisi de proche en proche depuis le précédent. Le fait d'activer cette option ne modifie pas le dessin lui-même, mais seulement sa séquence au sein d'une passe.

Options avancées

L'onglet intermédiaire de la fenêtre d'usinage donne accès aux options avancées qui seront généralement peu ou pas utilisées. A noter qu'on peut passer d'un onglet à l'autre avec la touche de tabulation ⇆ avant ou arrière, ou passer directement des paramètres d'usinage à la prise d'origine pièce avec la touche Entrée, sauf si des options avancées ont été sélectionnées, auquel cas l'étape est proposée de façon automatique.


Galaad - Fraisage 3 axes
Paramètres d'usinage
Options avancées
Origine pièce
Effectuer un parcours d'essai
Sur le premier objet de la séquence
Sur tous les objets sélectionnés
Faire tous les paliers
Répéter le même usinage
Après une pause de 0 s
Course de référence entre cycles
Laisser la broche en marche
Changer les textes auto-incrémentaux
Eteindre le système après le cycle outil
Lancement de l'usinage après minutes
Télécharger le parcours
Vers la mémoire de la machine
Sur la disquette de la machine
Faire une série de pièces
Nombre X : 1 Marge : 0 mm
Nombre Y : 1 Marge : 10 mm
Course de référence entre pièces
Changer les textes auto-incrémentaux
Morceler la pièce
Marge ouest : 50 sud : 0
Marge est : 0 nord : 0
Reprendre un usinage interrompu
Série X : 1 Série Y : 1
Passe : 1ère passe Objet n° 1
Palier n° 1
Version 3 - 10/11/2010
Paramètres
#1
#5 ø 3 mm
#20
30 mm/s
7 - 10.5 mm

Le cadre en haut à gauche détermine si un **parcours d'essai** doit être effectué avant le gros du travail d'usinage. Ce parcours d'essai peut se limiter soit au tout premier objet à usiner, soit à l'ensemble des objets sélectionnés. Pour ce parcours d'essai, vous pouvez choisir de faire tous les paliers de l'outil ou seulement le premier. Le but est de fournir une évaluation rapide du résultat et surtout des profondeurs selon l'origine pièce sur l'axe Z.

Sur certaines machines, vous pouvez **télécharger** la totalité du parcours d'usinage dans la mémoire de la machine, voire **enregistrer** ce parcours sur une carte-mémoire amovible ou sur un *flash-disk* quelconque. Dans ces cas, l'usinage ne sera pas effectué directement, mais seulement transmis à la mémoire de la machine qui pourra ensuite usiner de façon totalement autonome, sans supervision de Galaad, sur simple pression de son bouton "Start" ou équivalent. Vous pourrez même éteindre l'ordinateur. Attention, peu de machines possèdent une mémoire statique.

Si votre machine est de type à portique mobile ou donne une certaine marge de manœuvre des pièces à usiner hors de la zone accessible à l'outil, vous pouvez éventuellement **morceler** une pièce trop grande pour la machine en conduisant l'usinage secteur par secteur et en déplaçant la pièce entre chaque cycle. Il vous faut alors indiquer des marges latérales qui ne seront pas prises en compte lors du cycle à conduire. La pièce est considérée comme réduite d'autant, c'est à dire que les bandes latérales sont ignorées et l'origine pièce décalée d'autant. Un peu comme si l'on donnait une fenêtre visuelle sur la pièce trop grande.

Par exemple, une pièce de 300×1200 mm peut être usinée sur une machine ayant une surface de travail de 500×500 mm : il suffit de relancer trois fois l'usinage morcelé en donnant successivement des marges de 0 mm au nord et 800 mm au sud, puis 400 mm au nord et 400 mm au sud, puis enfin 800 mm au nord et 0 mm au sud. On aura ainsi donné trois "fenêtres" successives de 400×400 mm sur la pièce. Il va de soi qu'il est préférable de décaler sa pièce de façon très méticuleuse sur la machine, lors des changements de fenêtre. De même, il vaut mieux choisir des morcellements qui ne couperont pas des objets, du moins dans la mesure du possible. Même si Galaad opère cette césure automatiquement, les trajectoires scindées risquent de se voir sur la pièce. Il peut d'ailleurs être intéressant de demander l'usinage des seuls objets sélectionnés pour éviter ce problème.

Il est possible de faire un **usinage répétitif** pour un cycle d'outil, sans changer la position de la pièce. Ceci concerne les séries avec changement de pièces entre deux cycles. Vous indiquez juste le temps de pause entre chaque cycle, et précisez si la machine doit faire une course de référence et laisser la broche en marche entre chaque cycle. Donnez-vous tout de même le temps de caler la nouvelle pièce sans vous faire manucurer par l'outil qui redémarre.

Remarque : lorsque le cycle d'usinage s'est achevé normalement, Galaad le signale par un message à l'écran offrant l'option de **refaire** le processus. Ceci revient au même que l'usinage répétitif mais avec une pause indéterminée (tant que l'opérateur n'a pas acquitté le message avec ce choix). Il est en outre possible de coupler l'option "refaire" à un contact électrique de la machine genre bouton "Start". Voyez plus loin le chapitre consacré aux paramètres de la fraiseuse.

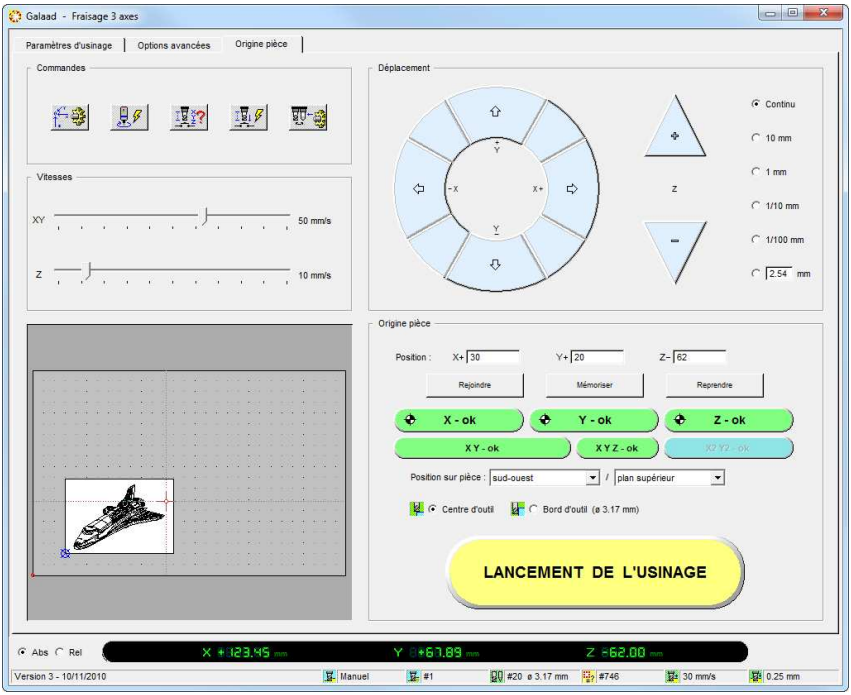
Si vous gravez des pièces comprenant des textes auto-incrémentaux, par exemple des numéros de série, ces textes seront automatiquement incrémentés à chaque répétition de l'usinage, sous réserve que l'option correspondante soit active. Le texte de départ vous sera demandé avant le lancement du premier cycle, ensuite Galaad se débrouillera.

Différent du précédent, l'**usinage en série** reproduit le cycle en cours sur un jeu de pièces mises en position sur la machine. Cette fonction évite de dessiner des pièces identiques à intervalle régulier sur une seule planche. Vous ne dessinez que la pièce de base et demandez son usinage en série, lequel suit tout simplement le principe de la duplication matricielle. Attention, la marge indique la **distance entre deux bords** de pièces en vis-à-vis. Sur la prévisualisation globale de la prise d'origine pièce, vous verrez apparaître toute la série pour faciliter la mise en place.

Enfin, en bas à droite de la fenêtre, quelques paramètres permettent de **reprendre un usinage** en cours de route sans recommencer le processus à son point de départ. Ceci peut aider à terminer un usinage interrompu sans avoir à refaire tout le processus. A noter que le module d'usinage enregistre toutes les minutes son état d'avancement afin de vous permettre d'avoir ces paramètres déjà prêts en cas d'interruption. Mais **la reprise d'un usinage interrompu n'est pas automatique** : vous devez la demander en activant cette option, même si vous n'avez alors pas à en préciser les paramètres. La reprise se fera à la dernière plongée de l'outil qui a été enregistrée, car Galaad ne reprend pas un usinage au beau milieu d'un objet. Cela reste possible, mais il faut pour cela utiliser la fonction de filtrage "Commencer au point rouge" décrite précédemment dans les paramètres d'usinage, sachant que le positionnement du point rouge se fait à la main dans le dessin.

Déplacement des axes

Nous avons fait le tour des différents paramètres d'usinage. Il ne vous reste plus qu'à les expérimenter de façon plus ou moins hasardeuse en psalmodiant une courte prière avant de lancer vos fragiles outils à l'assaut de pièces aussi solides que récalcitrantes. Mais c'est aussi en cassant des outils qu'on devient forgeron. Avant de devenir expert ès réglages, il faut bien goûter à quelques petites sueurs froides. N'oubliez pas que vous pouvez simuler vos usinages ou même les exécuter sans mettre de pièce, juste pour voir le parcours suivi par l'outil et comprendre la logique de fonctionnement en proférant un *"eurêka"* de bon augure plutôt que d'abominables jurons. Passons donc à l'origine pièce en cliquant sur l'onglet *ad hoc* ou en appuyant sur .



Vous l'avez sans doute remarqué, la partie nord-ouest de la fenêtre est consacrée au déplacement des chariots mobiles sur les axes de la machine. Les boutons de mouvement Z et A (axe rotatif) sont affichés ou non selon le nombre d'axes de votre fraiseuse.

Après initialisation de la commande numérique et éventuellement course de référence pour recaler la position des axes, vous pouvez appuyer sur les gros boutons de déplacement. Il existe plusieurs sources de déplacement : clic direct sur les boutons de la fenêtre, pression au clavier sur les flèches de déplacement du curseur, inclinaison du manche du *joystick*, manette de contrôle spécifique ou entrées spéciales de pilotage manuel. Il suffit de relâcher le bouton, la touche, le manche, *etc.* pour interrompre le mouvement, quel que soit le mode de déplacement, continu ou limité.

Au clavier, on pourra se baser sur le pavé numérique pour donner une direction de mouvement XY cardinale ou diagonale. Les déplacements sur l'axe Z se font en appuyant sur les touches - et +, impérativement sur ce même pavé numérique. Accompagnées de la touche ⇧ (flèche de majuscule), ces mêmes touches - et + provoquent un mouvement de l'axe A. Avec la touche Ctrl, c'est l'axe B qui s'y colle.

Les *joysticks* ou autres *gamepads* sont des interfaces intéressantes pour le pilotage manuel. Avantage majeur, elles vous permettent de vous éloigner de votre ordinateur pour vous rapprocher de la machine. Votre précision d'approche d'une origine pièce ne peut que s'en trouver améliorée. La manipulation est très simple : vous inclinez le manche du *joystick* dans une des huit directions cardinales ou diagonales, et les axes se déplacent jusqu'au retour du manche en position centrale. Pour un *gamepad*, vous appuyez sur la manette de direction. Avec la configuration par défaut (elle est modifiable à volonté), si vous appuyez sur le **bouton n° 1** et le maintenez enfoncé, le fait de pousser le manche en avant ou le tirer en arrière fait **remonter ou descendre** l'axe Z. L'inverse d'un avion (sauf s'il vole sur le dos), mais cohérent avec l'écran. Si vous appuyez sur le **bouton n° 2**, tout mouvement X, Y ou Z se fait à **vitesse réduite**. Les deux boutons peuvent être maintenus enfoncés simultanément, en plus de l'action sur le manche.

Les paramètres du *joystick* sont décrits dans le chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"*, un peu plus loin dans ce manuel.

Mais revenons au pilotage manuel et intéressons-nous aux boutons-radio de **réglage des pas de déplacement incrémentaux**. Le mode par défaut est le mouvement **continu** dans lequel l'axe est déplacé tant que vous maintenez le bouton enfoncé. Evidemment, on s'arrête à l'extrémité de l'axe de toute façon. Mais, pour une approche plus facile d'un point origine, s'y ajoutent des possibilités de déplacement de longueur prédéfinie. Ces boutons limitent le

déplacement à la valeur correspondante. Par exemple, si vous demandez un déplacement limité à 1 mm, ce déplacement n'ira pas au-delà. Mais **si vous relâchez le bouton de déplacement avant que la distance n'ait été atteinte, le mouvement s'interrompt aussitôt**. Ce ne sont pas des pas mais des maximas. Vous pouvez donc descendre de 10 mm sur l'axe Z sans craindre de casser un outil en ayant surévalué la distance. De même, l'axe est stoppé avant de brutaliser une butée de fin de course.

Notez que, pour les déplacements diagonaux, la longueur donnée s'applique à chacun des axes, non à la distance parcourue. Par exemple, un réglage de 1 mm donne un déplacement diagonal de 1 mm sur X et autant sur Y, donc une distance parcourue de 1,414 mm si Pythagore a vu juste.

Le fait de **garder le bouton enfoncé** réitère le déplacement incrémental après une courte pause. Cette répétition est réglable dans les paramètres de la fraiseuse, voir plus loin, *bis repetita*.

Les **vitesses** de déplacement manuel sont réglables par le biais des petits curseurs à gauche de la fenêtre. La plage de vitesse va du minimum au maximum arrondis et acceptables par la commande numérique. A l'ouverture de la fenêtre, les curseurs sont préréglés sur les valeurs par défaut définies dans les paramètres de la fraiseuse, rubrique "Vitesses". Pour les déplacements incrémentaux par pas, la vitesse est fixée à 1 mm/s, sauf si la vitesse réglée au curseur est inférieure, auquel cas elle s'applique.

On rappelle si besoin est qu'il est possible de **cliquer directement sur les afficheurs de position** des axes en bas de la fenêtre pour obtenir une boîte de dialogue de mouvement vers une position numérique. Toujours dans les rappels sur les mouvements cachés, un **double-clic dans la fenêtre de prévisualisation** envoie les axes X et Y à la position correspondante, et la touche ← (retour) qui renvoie à la **position précédente**. Les vitesses utilisées sont celles en cours pour les déplacements manuels.

Vous savez maintenant absolument tout sur la manière de piloter un mouvement manuel.

Définir une origine pièce

Les tenants et aboutissants du point origine pièce vu par Galaad sont présumés connus dans leurs grandes largeurs. Sans revenir en détail sur ces acquis soucieux, rappelons que le logiciel a besoin de savoir précisément où se trouve la pièce brute à usiner, et pour cela demande de rejoindre un point de référence bien établi, avec indication de la position de la pièce par rapport à ce point origine. Les coordonnées de ce point sont données sur 2, 3 ou 4 axes selon votre machine et le type d'usinage que vous demandez. Elles sont affichées en haut du cadre **origine pièce**.

Si vous connaissez d'avance la position exacte de votre origine, vous pouvez cliquer directement sur une de ces cases pour entrer des coordonnées numériques par l'intermédiaire d'une petite boîte de dialogue.

Très important : **il n'est pas nécessaire de positionner l'outil sur ce point origine** pour le valider. La position physique des axes et la position de l'origine pièce sont totalement indépendantes, bien que les boutons verts servent de passerelles entre les deux positions. Certes, vous aurez besoin de déplacer les axes pour approcher le point origine pièce et faire "monter" les positions dans ces cases. Mais une fois l'origine pièce établie, vous pouvez déplacer la machine sans que cela ait la moindre incidence sur cette origine. *A contrario*, vous pouvez fort bien indiquer un point origine pièce sans y positionner l'outil, si vous êtes sûr de ses coordonnées ou bien l'aviez mémorisé.

Rappelons que la méthode la plus classique pour définir un point origine pièce consiste à faire une approche manuelle de l'axe Z de façon à **placer la pointe extrême de l'outil à l'affleurement de la surface** supérieure de la pièce ou bien du support sur lequel la pièce est posée. Le mieux est de viser vers le centre de la pièce. Une fois cette approche effectuée avec la meilleure précision possible, vous pouvez **cliquer sur le bouton vert "Z - ok"**. La position "monte" aussitôt dans la case Z de l'origine pièce. N'oubliez pas d'indiquer le plan sur lequel vous avez fait cette approche (surface ou support) à l'aide de la petite boîte combo située sous le bouton vert. Si vous avez affleuré et validé la surface supérieure de la pièce en laissant l'indication de position sur "plateau martyr", l'usinage se déroulera en l'air, la pièce n'étant grattouillée que pendant les tracés de découpe s'il y en a. Bref, c'est faux mais

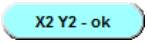
pas bien grave. Inversement, si vous avez affleuré le plateau martyr et validé "plan supérieur", là ça risque de faire quelques dégâts puisque Galaad croira que la surface de la pièce se situe beaucoup plus bas qu'elle ne l'est en fait. L'outil plongera jusqu'au plateau et plus bas encore, le bruit de la broche tentant vainement de couvrir vos jurons.

Une fois la position Z acquise, vous pouvez remonter l'axe Z afin de ne pas gêner les autres manœuvres d'approche (c'est automatique par défaut : une option "Remonter l'outil sur Z-ok" est disponible dans les paramètres de la fraiseuse). Positionnez ensuite les axes X et Y ensemble ou successivement, et validez de la même façon avec les boutons verts. Les coordonnées XY de l'origine pièce sont mises à jour.

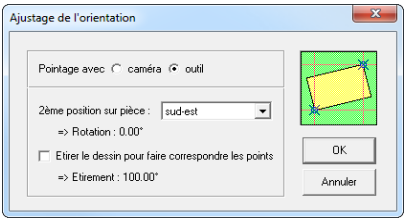
La boîte combo de **position sur pièce** prend ici tout son intérêt. **Il n'y a aucun lien entre l'origine du dessin, le zéro machine et l'origine pièce.** Ces trois références sont absolument indépendantes. L'origine XY du dessin est de façon classique située au coin sud-ouest de la planche, mais votre point zéro machine peut être situé à n'importe quel coin de la table. Le point origine pièce, peut quant à lui se trouver à n'importe quel endroit de la pièce, et pas forcément un de ses coins, du moment que Galaad est tenu informé. Tout ce qu'il demande, c'est de pouvoir situer la pièce par rapport au point origine qu'on a indiqué. La boîte combo vous autorise donc à placer cette origine sur un des quatre coins, sur une des quatre médianes, au centre géographique de la pièce, ou encore sur un point de référence du dessin, par exemple le point sélectionné en rouge ou en bleu, ou la croix fixe rouge ou bleue. Lorsque vous changez de référence, la fenêtre de prévisualisation vous aide à vérifier votre origine sur la pièce. Le point origine apparaît sous la forme d'un petit collimateur bleu et la pièce se dessine en fonction de ce point.

Faire l'approche des axes X et Y en se référant à l'axe central de l'outil n'est pas obligatoire. Vous pouvez tout à fait ajuster le **bord de l'outil** sur le bord de la pièce, Galaad corrigera la position du rayon de l'outil. Il va de soi qu'avec un outil conique ou hémisphérique, l'ajustement se fera sur le diamètre maximal et non sur la pointe. Cette possibilité est toutefois rejetée si vous faites une approche sur un point de référence dans le dessin ou le centre de la pièce, au lieu d'un bord ou un coin. Tout simplement parce que Galaad ne saura pas dans quelle direction il doit corriger. A noter que le changement d'approche (bord ou centre d'outil) n'est pris en compte que lorsque vous cliquez sur un des boutons verts. Si vous validez une position puis changez le mode d'approche, il faudra valider à nouveau la position.

Il est possible sinon probable que vous ayez équipé votre fraiseuse d'un **coin origine** constitué par exemple de deux butées ouest (ou est) et sud (ou nord), ce coin ne variant pas quelle que soit la pièce que vous placez contre les butées. Dans ce cas, il est évidemment superflu de faire une approche XY à chaque usinage. Vous avez réglé cette origine une fois pour toutes et l'opération n'a plus d'intérêt, sauf pour effectuer une correction. Il ne vous reste plus qu'à faire les approches sur l'axe Z qui, elles, varient en fonction des changements d'outils et des changements d'épaisseur du matériau. Attention, ces butées doivent être parfaitement parallèles aux axes X et Y, le mieux étant de donner un coup de fraise sur toute leur longueur pour les rectifier.

Le bouton bleu 

sert à faire une **double prise d'origine**, pour le cas où votre pièce ne serait pas parfaitement cartésienne lorsqu'elle est fixée sur le plateau de la machine, par exemple lors d'une reprise d'usinage. Un cas typique est le circuit imprimé dont on a gravé et percé une face, puis que l'on retourne pour graver l'autre face, avec une légitime inquiétude quant à la perfection de positionnement des pastilles de cette face autour des trous déjà forés, surtout si l'on a détouré la carte de façon expéditive. Il suffit alors de pointer une seconde référence, par exemple un perçage éloigné de l'origine, puis cliquer sur ce bouton. Le parcours à usiner va pivoter afin de s'ajuster parfaitement à la fois sur le point origine, qui sert de pivot, et la référence secondaire. **Vous devez d'abord pointer et valider l'origine principale pour que ce bouton bleu soit actif.**



Pour vérifier une origine pièce, il peut être utile de renvoyer l'outil vers le point origine. Pour cela, cliquez sur le bouton "**Rejoindre**" et validez la boîte de dialogue de position numérique. Mais attention à la validité de la coordonnée Z ! Et souvenez-vous que vous pouvez stopper le mouvement en cours avec la barre Espace du clavier avant qu'il ne tourne au cauchemar.

Si vous avez plusieurs posages possibles, vous pouvez les conserver en mémoire une fois qu'ils ont été approchés. Il suffit de faire le réglage et valider l'origine, puis de cliquer sur le bouton "**Mémoriser**" et donner un nom de référence à cette origine ou ce posage. Pour récupérer une origine précédemment mémorisée, cliquez sur le bouton "**Rappeler**" et retrouvez le nom de référence que vous aviez indiqué.

En haut à gauche de la fenêtre de pilotage, au-dessus des curseurs de réglage des vitesses de mouvement, des **boutons de commande** permettent d'accéder à quelques fonctions spécifiques. Ces boutons sont accessibles au clavier à l'aide des touches F5 et suivantes, sauf si vous avez réaffecté ces touches (voir plus loin, dans les paramètres de la fraiseuse, la programmation d'un *keypad* externe). Nous allons passer en revue ces commandes et les importantes fonctionnalités sous-jacentes.

☐ Course de référence

Galaad accepte deux modes de fonctionnement pour piloter une machine : en **coordonnées flottantes**, ou en **coordonnées absolues**. Le système de coordonnées flottantes est le plus simple. Il suffit de positionner par pilotage manuel l'origine pièce qui servira de point de référence. Galaad met d'ailleurs à 0 les compteurs d'axes à la position de l'origine pièce, dès que celle-ci est validée. Mais un des inconvénients majeurs de ce mode est que Galaad ne sait jamais où l'on se trouve dans l'espace de travail de la machine, et ne peut donc pas vérifier si les tracés à usiner sont bien tous contenus dans cet espace. C'est par conséquent à l'opérateur de s'assurer que l'usinage complet est possible à partir de ce point sans se heurter à la limite de course d'un axe. Pour des usinages où la précision de l'origine pièce n'a aucune importance, par exemple la découpe de grandes plaques de tôle à la torche à plasma, c'est un mode qui peut tout à fait convenir.

Le travail en coordonnées absolues offre plusieurs avantages pour une utilisation classique en fraisage. Tout d'abord, le fait qu'on ait un **point zéro machine** invariant, qui sert de référence absolue, permet d'utiliser et réutiliser des positions fixes. La première d'entre elles est l'origine pièce du dernier usinage lancé, qui reste mémorisée. Pour peu que des butées de calage aient été montées sur le plateau de la machine, il n'est pas nécessaire de régler l'origine pièce à chaque nouvel usinage. On passe donc beaucoup moins de temps au pilotage manuel. Idem pour l'axe Z si l'outil n'a pas été changé.

D'autres positions peuvent être mémorisées lorsqu'on fonctionne en coordonnées absolues : capteur de mesure de l'outil, matrice de correction de planéité, axe rotatif A, étaux et posages fixes, *etc.*

Pour avoir des coordonnées absolues, il est nécessaire d'avoir un système de recalage de la machine sur son point zéro, appelé "course de référence". Lorsque la commande numérique est éteinte, ses compteurs d'axes cessent de fonctionner et la position courante est oubliée. De même, si la machine s'est décalée pour une raison avouable ou non, un recalage devient nécessaire. De la fiabilité de ce recalage et de sa répétabilité dépend la précision de tout le système de coordonnées.

A la mise sous tension, la commande numérique se réinitialise et ses compteurs d'axes sont chacun à la position 0. Si tous les compteurs sont à 0 lorsque Galaad ouvre le dialogue avec la machine, le logiciel en déduit que celle-ci vient d'être allumée et ne connaît en fait pas la position réelle des axes, lesquels peuvent être n'importe où. Il conduit alors une course de référence, laquelle suit la séquence suivante :
1 - Si le capteur est libre, l'axe va dans sa direction à vitesse rapide.
2 - Dès que le capteur est enclenché, l'axe opère une rampe de freinage.
3 - L'axe repart en sens inverse à faible vitesse.
4 - Dès que le capteur est libéré, l'axe stoppe immédiatement.
5 - Eventuellement, on ajoute une petite marge de dégagement.
6 - Le compteur de position est remis à 0.

Au début du dialogue, si les compteurs indiquent une position 0, machine déjà recalée, la course de référence est inutile. Mais, pour le coup, elle est brève et ne fait donc guère perdre de temps. Pour éviter les recalages intempestifs, il est conseillé de parquer la machine à un point autre que (0,0,0) en fin de cycle. A l'ouverture du processus suivant, Galaad lira des positions non nulles dans les compteurs d'axes et ne fera pas de recalage inutile.

En haut à gauche de l'écran de pilotage manuel, le premier des boutons de commande déclenche un recalage volontaire. Une boîte de dialogue permet de sélectionner les axes à recaler. Il va de soi que cette fonction n'a de sens que si votre machine travaille effectivement en coordonnées absolues.

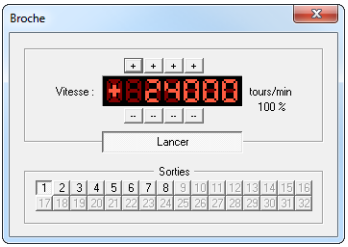
A noter que, si le dialogue avec la machine a été interrompu à cause d'une erreur irrécupérable genre câble débranché ou arrêt d'urgence, le fait de **cliquer sur ce bouton réinitialise la communication**. Ceci évite de devoir perdre du temps à fermer et rouvrir le logiciel. Par ailleurs, accompagnée de la touche Ctrl, cette commande donne accès aux paramètres de la fraiseuse, ce qui réinitialisera aussi la communication.

Commande de broche

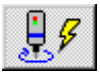
La plupart des machines à commande numérique permettent l'asservissement de la broche (moteur de fraisage). Cet asservissement peut se limiter à une simple commande de mise en route et arrêt automatiques, mais il peut aussi permettre de contrôler le régime de rotation depuis l'ordinateur.

Si la broche n'est pas automatisée ou si sa vitesse de rotation n'est pas asservie, Galaad affiche un message avant de lancer l'usinage, pour indiquer à l'opérateur que la broche doit être allumée et réglée au régime voulu.

Si la broche de votre fraiseuse a une **vitesse de rotation asservie**, ce message est remplacé par une boîte de dialogue permettant un contrôle tachymétrique. Une broche a en général une sortie on/off pour la mise en route via un relais, et une sortie DAC ou PWM pour le contrôle de vitesse. Les sorties binaires figurent en bas de la fenêtre.



Pour ceux qui ont un *keypad* ou assimilé, **le clavier reste disponible** pour moduler la vitesse avec les touches [-] et [+]. On peut aussi entrer directement une vitesse sur deux chiffres, la frappe d'un seul valant au bout de 2 secondes un zéro suivi du chiffre tapé, comme sur une télécommande de TV.



Le bouton n° 2 envoie à la broche un ordre de démarrage ou d'arrêt, avec contrôle de régime s'il est asservi.

L'asservissement de la vitesse de rotation de la broche fonctionne en boucle ouverte, c'est à dire que le logiciel demande à la machine un régime à l'aide d'une commande de sortie analogique ou équivalente, mais il ne peut garantir l'exactitude de la vitesse affichée. Il vous appartient de calibrer précisément la correspondance entre la valeur exprimée en pourcentage et le régime de rotation effectif. En outre, tous les variateurs ne compensent pas la baisse de régime due à l'effort de pénétration dans la matière usinée.

Mais avant de chercher à mettre la vitesse de rotation de la broche sous le contrôle de l'ordinateur, **interrogez-vous sérieusement sur l'utilité réelle d'un tel contrôle**. Que le logiciel mette la broche en marche et surtout l'arrête en fin de cycle, c'est normal et même vivement recommandé : on peut ainsi

lancer des usinages longs en sachant que la broche sera éteinte une fois le cycle achevé (on peut aussi demander à Galaad d'éteindre carrément l'ordinateur). Le régime est en général réglé au moment de lancer l'usinage et, même s'il est asservi, Galaad affiche la boîte de dialogue de réglage. Par conséquent, le réglage est de fait manuel ou semi-manuel. Une fois le cycle automatique lancé, il est plus facile de tourner un potentiomètre que cliquer sur les digits en bas de l'écran. Surtout que beaucoup de machines ont des électroniques de contrôle dépourvues de commandes prioritaires et le clic aura alors un effet différé en mode *buffer*. Evidemment, si le potentiomètre du variateur est inaccessible lorsque le capot de sécurité de la machine est fermé, c'est une bonne raison pour avoir le contrôle à portée de souris.

En fait, le seul cas où le contrôle du logiciel sur la vitesse de rotation est indispensable, c'est lorsque la machine est équipée d'un changeur d'outils automatique (voir un peu plus loin). Un processus d'usinage faisant intervenir plusieurs outils a toutes les chances de nécessiter des vitesses de rotation différentes. L'asservissement du régime de broche est alors une vraie nécessité. Si vous n'avez pas un changeur d'outil automatique, attention à ne pas perdre trop de temps à vous doter d'un variateur asservi qui risquerait de devenir un gadget finalement peu pratique.

❑ Mesure automatique de l'outil

Il se peut que votre fraiseuse soit équipée d'un dispositif d'acquisition de la longueur de l'outil. Ce dispositif se présente en général sous la forme d'un petit boîtier surmonté d'une surface de contact déclenchant un quelconque capteur interne, souvent un simple interrupteur. Une descente contrôlée de l'outil sur ce capteur donne alors indication de la position de la pointe d'outil sur l'axe Z. Dans ce cas, il n'est même plus nécessaire de faire une approche Z lors de la prise d'origine, y compris si vous changez d'épaisseur de matériau ou de longueur d'outil.

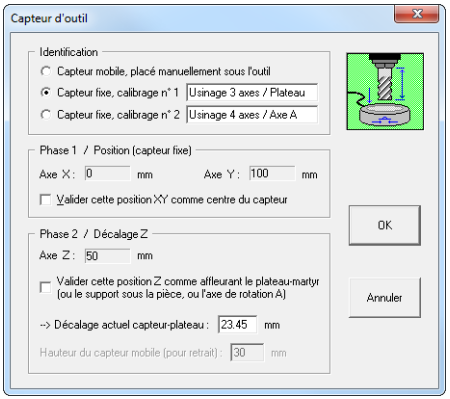
Galaad peut gérer un capteur fixe et un capteur mobile. Un capteur fixe est en général placé sur le bord ou dans un coin de la machine, emplacement qu'on va référencer et qui ne bougera sans doute plus. Il peut en outre recevoir deux calibrages différents, par exemple l'un pour l'usinage 3 axes sur le plateau-martyr ou un posage, et l'autre pour l'usinage 4 axes sur mandrin rotatif. Il va de soi que Galaad ne peut gérer un capteur fixe que si l'on travaille

en coordonnées absolues, c'est à dire avec un point zéro machine permettant de mémoriser l'emplacement du capteur. Le fait de n'avoir que des coordonnées flottantes, sans zéro machine (c'est-à-dire pas de contacts de fins de courses), n'autorise l'utilisation que du capteur mobile. Celui-ci est posé manuellement sur la pièce, à la verticale de l'outil, à chaque fois qu'on veut mesurer celui-ci.

1 - Capteur fixe :

Le calibrage d'un capteur fixe commence naturellement par l'**indication de la position XY du capteur dans la surface de travail** de la machine. Il faut donc amener l'outil au-dessus du capteur, le plus précisément possible, en abaissant l'axe Z pour que l'outil s'approche du capteur et aide ainsi à effectuer un positionnement optimal.

Une fois l'outil bien amené à la verticale du capteur, cliquez sur le troisième bouton parmi les commandes.


Capteur d'outil
Identification
Capteur mobile, placé manuellement sous l'outil
Capteur fixe, calibrage n° 1
Usinage 3 axes / Plateau
Capteur fixe, calibrage n° 2
Usinage 4 axes / Axe A
Phase 1 / Position (capteur fixe)
Axe X : 0 mm
Axe Y : 100 mm
Valider cette position XY comme centre du capteur
Phase 2 / Décalage Z
Axe Z : 50 mm
Valider cette position Z comme affleurant le plateau-marbre (ou le support sous la pièce, ou l'axe de rotation A)
-> Décalage actuel capteur-plateau : 23.45 mm
Hauteur du capteur mobile (pour retrait) : 30 mm
OK
Annuler

La boîte de dialogue de réglage du capteur d'outil vous permet de choisir l'un des deux calibrages fixes possibles, que vous pouvez nommer (ce nom sera rappelé lors des mesures automatiques).

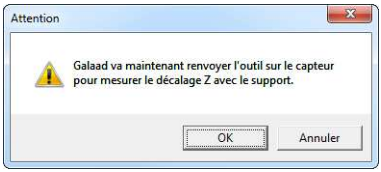
Cliquez ensuite sur "**Valider cette position XY comme centre du capteur**", phase 1 du réglage, puis validez le tout en cliquant sur le bouton "Ok".

En bas à gauche de l'écran, la fenêtre de visualisation de la machine affiche une petite icône bleue représentant la position du capteur d'outil.

Galaad doit ensuite **calibrer le décalage Z entre le point de déclic du capteur et le plateau** supportant les pièces à usiner. Ramenez l'outil vers le plateau et **faites une approche Z très précise du plateau de support avec la pointe de votre outil**. Apportez le plus grand soin à cette approche : une erreur à ce moment sera reportée dans toutes les mesures d'outil à venir.

Une fois l'outil au contact du plateau, cliquez à nouveau sur le bouton d'accès aux paramètres du capteur pour passer à la phase 2 du calibrage, en cliquant cette fois sur l'option "**Valider cette position Z comme affleurant le plateau-martyr**", phase 2 du calibrage, et cliquez sur le bouton "Ok". Attention, ne changez pas de type de capteur ou de calibrage à ce moment, sinon Galaad va mélanger les réglages.

Dès que vous avez validé la phase 2, Galaad va mesurer la différence de hauteur Z entre la position courante, outil affleurant le plateau, et le point de déclic du capteur.



L'outil va remonter jusqu'au point haut de l'axe Z, être amené à la position XY du capteur, en espérant que vous l'avez convenablement approchée, et descendre lentement jusqu'à ce que le capteur se déclenche. Si vous voyez qu'il ne descend pas au bon endroit, jetez-vous sur la barre Espace du clavier ou l'arrêt d'urgence de la machine pour éviter d'avoir à regretter un outil cher. Le mieux est d'ailleurs de faire un essai à vide, en appuyant sur le capteur avant que l'outil ne l'atteigne, afin de s'assurer sans dégât que le capteur est bien connecté et son numéro d'entrée dûment indiqué dans les paramètres de la fraiseuse. L'encore mieux est de ne pas monter un outil mais un vieux foret ou une pointe quelconque qui ne risque plus rien et même pas des regrets en cas de malentendu.

On va supposer que tout se passe bien et que l'outil s'arrête avant de s'acharner sur le capteur. Au fait, ne vous amusez pas à allumer la broche au moment de mesurer l'outil, juste pour voir ce que ça fait (ça fait un cratère). Une fois le capteur enfoncé, l'outil freine pour arrêter en douceur sa descente, puis remonte lentement et s'arrête pile au point de déclic. Galaad interroge alors le compteur de position de la machine, ce qui lui permet de calculer l'écart entre le point d'affleurement du plateau, que vous aviez réglé juste avant, et le point de déclic précis du capteur. Ce décalage Z restera mémorisé sur le disque dur, jusqu'à ce que vous refassiez un calibrage.

Si vous avez prévu de fabriquer vous-même votre capteur d'outil à base d'un quelconque interrupteur genre poussoir, prévoyez deux ou trois millimètres de course au-delà du déclic, le temps que l'outil puisse freiner. Sinon vous devrez régler une faible vitesse de descente (voir les paramètres de la fraiseuse) pour éviter que l'outil ne se bloque dans une butée, avec pour conséquence une

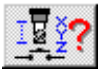
mesure imprécise. Pensez aussi à utiliser un contact offrant une excellente répétabilité, sinon votre capteur ne sera qu'une source de problèmes que vous attribuerez de façon très injuste à un magnifique logiciel. Des poussoirs anti-vandales avec une précision de 0.01 mm sont courants.

Important : si vous surfacez votre plateau-martyr, sa position Z descend de l'épaisseur enlevée par le surfaçage. Il est alors impératif de refaire le calibrage Z du capteur qui n'est plus valable. Galaad n'annule pas le calibrage lorsque vous opérez un surfaçage automatique. Par contre, ça ne change rien pour un capteur mobile, puisqu'il ne s'intéresse pas au plateau.

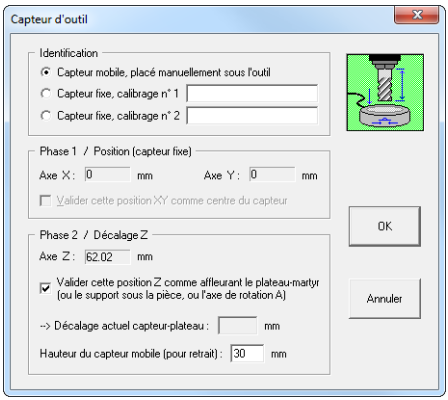
Tout aussi important : si vous avez des outils avec décalages (bouton "Extensions" des paramètres d'outils), le calibrage de la position XY du capteur doit être effectué avec l'outil n° 1. Il est recommandé d'utiliser cet outil n° 1 comme référence et donc ne pas lui appliquer de décalage.

2 - Capteur mobile :

Calibrer un capteur mobile est plus simple. Etant donné que **l'opérateur place le capteur sur la surface supérieure de la pièce juste sous l'outil**, il suffit à Galaad de connaître le décalage Z entre le déclic du capteur et la surface sur laquelle il est posé. Faites donc descendre l'outil de façon à lui faire affleurer une surface quelconque. L'endroit n'a aucune importance.

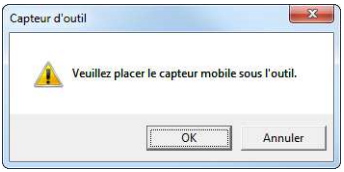


Une fois l'outil au contact, ouvrez la boîte de dialogue de réglage du capteur d'outil.

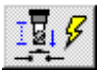

Capteur d'outil
Identification
Capteur mobile, placé manuellement sous l'outil
Capteur fixe, calibrage n° 1
Capteur fixe, calibrage n° 2
Phase 1 / Position (capteur fixe)
Axe X : 0 mm
Axe Y : 0 mm
Valider cette position XY comme centre du capteur
Phase 2 / Décalage Z
Axe Z : 62.02 mm
Valider cette position Z comme affleurant le plateau-martyr (ou le support sous la pièce, ou l'axe de rotation A)
-> Décalage actuel capteur-plateau : mm
Hauteur du capteur mobile (pour retrait) : 30 mm
OK
Annuler

Sélectionnez "capteur mobile" tout en haut. Puis, dans le cadre de la phase 2, cliquez sur "**Valider cette position Z comme affleurant le plateau-martyr**" (peu importe si la surface affleurée n'est en fait pas le plateau). Vous devez aussi renseigner la **hauteur du capteur**, en comptant large. Ceci permet à Galaad de remonter l'outil pour vous laisser placer le capteur juste au-dessous.

Comme pour un capteur fixe, l'outil va ensuite descendre jusqu'au point de déclic. La différence entre le point d'affleurement et le point de déclic donne le décalage Z qui servira pour les mesures automatiques.



3 - Mesure automatique :



Une fois le capteur positionné et calibré, **vous utiliserez directement le quatrième bouton pour mesurer l'outil**.

Galaad n'aura plus qu'à descendre sur le capteur jusqu'au point de déclic et lui ajouter le décalage calibré pour obtenir une position Z de référence. Dans le cas d'un capteur fixe, cette position correspondra à l'affleurement du plateau (ou du support, ou du 4ème axe) avec ce même outil, permettant de trouver la surface supérieure, l'épaisseur de la pièce étant connue. Avec un capteur mobile, cette position correspond directement à la surface là où vous avez posé le capteur. On peut supposer que c'est le dessus de la pièce.

La mesure de l'outil sur le capteur modifie automatiquement la valeur Z dans la position de l'origine pièce. Vous n'avez rien à valider ou confirmer ensuite : ne cliquez surtout pas sur le bouton vert "**Z - ok**" qui annulerait l'opération de mesure en validant à sa place la position courante de l'axe Z.

Si, en plus du capteur, vous avez des butées ou réglettes de posage pour positionner votre pièce en XY toujours sur le même coin, vous n'aurez plus besoin de faire du pilotage manuel. En arrivant dans la fenêtre de réglage de l'origine pièce, il suffira de déclencher une mesure de l'outil et lancer l'usinage dans la foulée. Ceci ne vaut évidemment que vous un capteur fixe. Cette mesure peut d'ailleurs se faire de façon automatique, en réglant l'option "Toujours mesurer l'outil avant la prise d'origine" dans les fonctions avancées d'environnement de travail.

A noter enfin que l'utilisation du capteur d'outil nécessite des arrangements particuliers pour l'usinage avec le module Kay, lequel ne connaît pas forcément l'épaisseur du matériau à usiner. N'anticipons pas, on reviendra là-dessus dans le chapitre dédié à l'usinage 3D avec Kay.

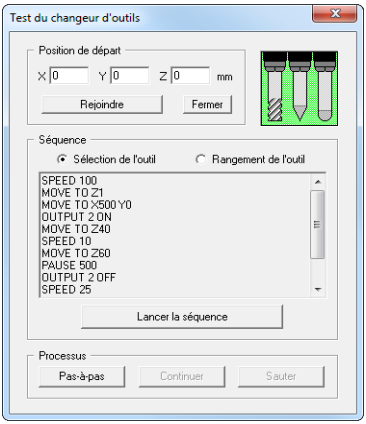
Changement d'outil

Un processus pouvant comporter plusieurs outils, dont la séquence est à définir dans le tableau des paramètres d'usinage, Galaad se doit de vous aider à gérer au mieux l'enchaînement des cycles.

Faute de changeur automatique, le cinquième bouton se contente d'**envoyer les axes à la position de changement d'outil**.

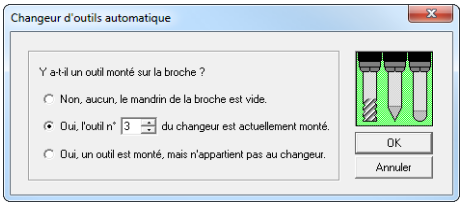
Rappelons à toutes fins utiles que cette position est définie dans la page de paramètres d'usinage, le petit bouton "Changement" sous le tableau de la séquence d'outils.

Si votre machine est équipée d'un **changeur d'outil automatique** dont la séquence est programmable (voir dans les paramètres des outils ou dans les paramètres de la fraiseuse), le fait de cliquer sur ce bouton fait apparaître la fenêtre de gestion du changeur.



Lorsqu'un usinage a été brutalement interrompu avec l'outil resté sur le mandrin, cette fonctionnalité vous permet par exemple de ranger l'outil dans le magasin de façon semi-manuelle.

Attention à ne jamais ranger un outil dans un compartiment déjà occupé, car il n'y a aucun test de la disponibilité du compartiment. Inversement, aller chercher un outil dans un compartiment vide n'aura aucune conséquence, sauf à laisser une broche déçue.


Changeur d'outils automatique
Y a-t-il un outil monté sur la broche ?
Non, aucun, le mandrin de la broche est vide.
Oui, l'outil n° 3 du changeur est actuellement monté.
Oui, un outil est monté, mais n'appartient pas au changeur.
OK
Annuler

A l'ouverture de la prise d'origine, le fait d'avoir un changeur d'outils ouvre une fenêtre pour vérifier la présence d'un outil dans le mandrin, afin d'éviter un conflit.

Si le mandrin est vide, Galaad ira chercher le premier outil de la séquence avant de passer au réglage de l'origine pièce (avec éventuellement une mesure de l'outil sur le capteur). Si un outil est monté dans le mandrin et que c'est le bon, Galaad ne fait rien et passe directement à la suite, en l'occurrence la validation de l'origine pièce. Si ce n'est pas le bon, il va le ranger et récupérer le bon dans la foulée. Enfin, si un outil extérieur au râtelier est présent dans le mandrin, le logiciel vous priera de l'en faire déguerpir avant d'aller chercher celui qui l'intéresse, pour peu que ce dernier soit lui aussi membre de l'éminente confrérie des outils automatisés.

Dans un processus d'usinage organisé de façon intelligente, et par conséquent piloté par Galaad, **le changement automatique de l'outil ne doit nécessiter aucune intervention de l'opérateur.** Soit les outils sont tous calibrés et les décalages Z entre eux seront pris en compte, en espérant que leur position dans la broche est invariante, soit ils ne sont pas calibrés et dans ce cas la mesure sur un capteur d'outil est impérative. Il va de soi que seul un capteur fixe peut faire l'affaire, le fonctionnement d'un capteur mobile restant semi-manuel. Un changeur automatique requiert donc comme éléments connexes un capteur d'outil pour mesurer la longueur de celui-ci, et un variateur de vitesse asservi pour la broche. S'il vous manque un de ces deux éléments, votre changeur d'outil vous évitera le démontage-remontage dans le mandrin, mais la reprise d'origine pièce et le réglage de la broche avant chaque cycle resteront nécessaires.

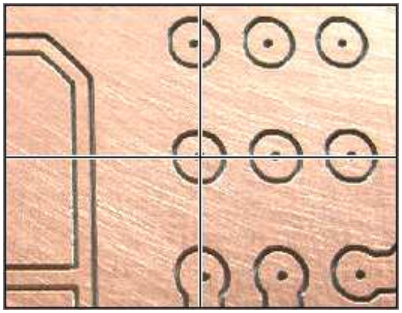
A la fin du dernier cycle d'un processus ayant mis en œuvre plusieurs outils, Galaad range le dernier dans son compartiment du changeur automatique, sous réserve que vous ne l'ayez pas paramétré autrement, puis envoie les axes à la position de parking. Par contre, et quel que soit le paramétrage, **si le processus n'a sollicité qu'un seul outil, Galaad ne le rangera pas en fin de cycle**. Ceci est destiné à faciliter les usinages multiples en évitant les allers-retours inutiles depuis et vers le râtelier. Et ça renforce l'intérêt d'une boîte de dialogue de contrôle de ce qu'il y a dans le mandrin avant chaque usinage.

Le paramétrage complet et les scripts de pilotage du changeur d'outil sont exposés dans le chapitre consacré aux paramètres de la fraiseuse.

Pointage de l'origine à la caméra vidéo

Toujours dans la série des commandes, le bouton situé le plus à droite sert à activer ou désactiver la **caméra vidéo** dont l'affichage vient s'incruster sur l'écran de pilotage. L'option de pointage à la webcam et les quelques fonctions associées sont réglables dans les paramètres avancés de la fraiseuse, que nous verrons quelques chapitres plus loin. Si vous n'avez pas de webcam paramétrée, ce bouton n'apparaît pas.

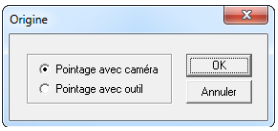
Le but de l'assistance vidéo est de faciliter le pointage sur des pièces dont l'origine XY n'est pas dans un coin, rendant les butées et autres posages inopérants, par exemple un circuit imprimé qu'on retourne pour graver l'autre face en se repérant sur un trou de perçage. Cela peut servir aussi pour des pièces sur lesquelles le pointage de l'origine XY est malaisé.



Il est fourni avec Galaad un petit module d'affichage vidéo en superposition, incluant un réticule de visée. Mais vous pouvez tout autant utiliser un programme externe qu'il suffit d'indiquer dans les paramètres. **Il est impératif que la caméra soit parfaitement dans l'axe Z** si elle se déplace avec celui-ci. Si l'alignement n'est pas parfait, le fait de monter et descendre la caméra avec l'axe Z déplacera le centre de l'image sur les côtés et faussera le pointage. Si vous choisissez de monter une webcam sur votre axe Z, arrangez-vous pour que son support soit stable malgré les vibrations de la machine, et pour que le réglage fin de son apex soit facile.

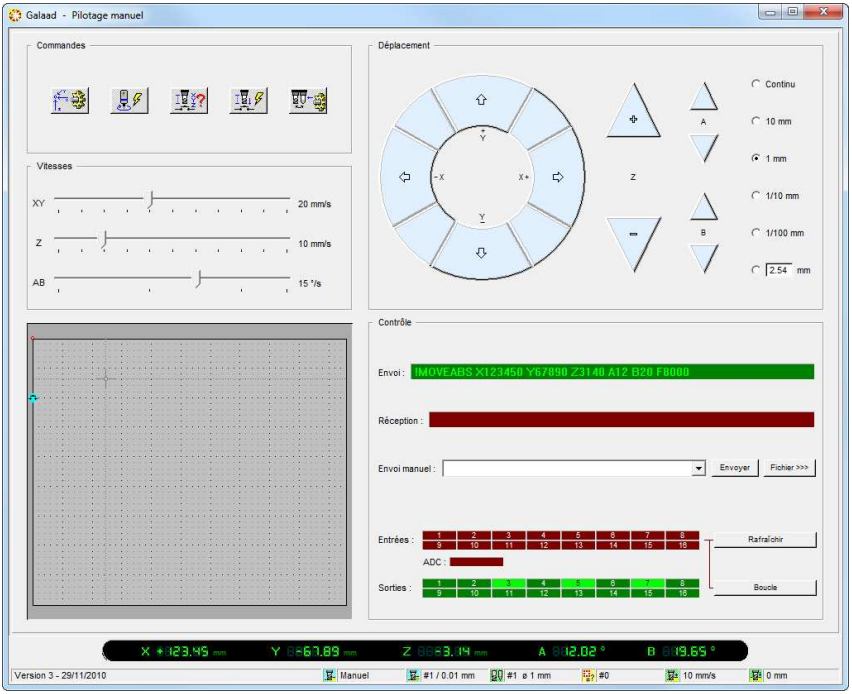
Il va de soi que le décalage XY entre la position de l'outil et la position de la caméra doit être soigneusement calibré. Une fonction spécifique est d'ailleurs disponible dans les paramètres.

Si une caméra vidéo a été paramétrée, qu'elle soit active ou non, lorsque vous validez le pointage de l'origine pièce, Galaad vous demandera avec quoi vous avez pointé, outil ou caméra.



Pilotage manuel

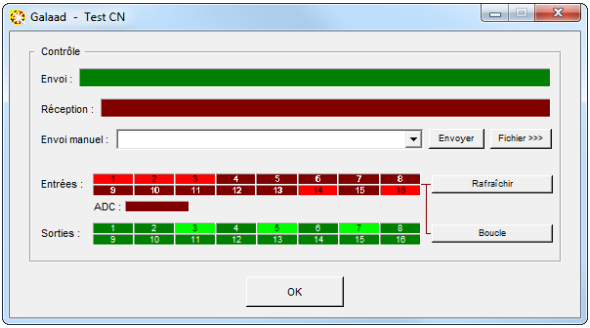
Outre l'origine pièce lors de l'usinage, Galaad offre la possibilité de piloter la commande numérique à la main, juste pour le plaisir, par exemple pour en vérifier le bon fonctionnement. Il suffit d'appeler la commande "Usinage / Pilotage manuel" pour retrouver les principaux éléments de contrôle de la machine rassemblés dans une nouvelle fenêtre.



Ne nous attardons pas sur les objets de contrôle déjà connus et précisons seulement que vous pouvez vérifier l'état des entrées de la machine en cliquant sur le bouton "**Rafraîchir**", ou sur le bouton "**Boucle**" qui fait une lecture cyclique des entrées, ce qui vous permet de surveiller les changements d'état. Vous pouvez commuter les sorties en cliquant sur les cases vertes. Vous pouvez aussi envoyer une ligne de commande manuelle en tapant son code et en cliquant sur le bouton "**Envoyer**", ou envoyer un **fichier** de codes préparés. Ne tapez pas n'importe quoi juste pour voir comment la machine réagit. Au mieux, elle ne réagira pas, et au pire... ne tentez pas le diable.

Test des entrées/sorties

Si vous avez besoin de vérifier la connexion des contacts, relais et autres appareils électriques connectés à votre machine, la commande "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S" permet de dialoguer avec la machine dans un mode restreint, sans aucune commande de mouvement ni lecture de position. Les possibilités sont identiques au cadre de contrôle du pilotage manuel, avec une lecture cyclique des entrées qui se lance dès l'ouverture du dialogue.



Pour tester la connexion et la polarité d'un contact qui s'ouvre et se ferme, par exemple un contact de fin de course, un capteur d'outil ou un dispositif de sécurité, il suffit de le manœuvrer et de lire à l'écran quelle case rouge change de luminosité. Le numéro correspond à l'entrée vue de Galaad. La polarité est dite "active" si la case passe au rouge clair lorsque le contact est enclenché et revient au rouge sombre lorsque le contact est relâché ; elle est "inactive" si la case est au rouge clair par défaut et passe au rouge sombre lorsque le contact est enclenché. La case "ADC" donne l'état de l'éventuelle entrée analogique.

Comme pour le pilotage manuel, vous pouvez cliquer sur les cases vertes correspondant aux sorties, afin de vérifier l'asservissement de vos éléments périphériques.

8

01000

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Généralités

Ce chapitre est consacré aux fonctions de paramétrage de votre environnement de travail avec Galaad, c'est à dire la manière de gérer les données sur votre écran, en dehors des fonctions d'affichage proprement dites. Pour accéder aux paramètres d'environnement, vous devez utiliser les quelques commandes disponibles dans le menu "Paramètres / Environnement de travail". La première de ces commandes "Généralités" fournit de quoi gérer les paramètres de base de l'application.

Environnement de travail
Unités
Longueur : mm
Vitesse : mm/s
Barre d'icones
Afficher les grandes icones
Vue quadruple
Position de la vue principale XY : 1 2 3 4
Origine de la vue latérale XZ : en haut en bas
Origine de la vue latérale YZ : à gauche à droite
Sons
Son 'Zap' : Arrêt
Son 'Ok' : Ok
OK
Annuler

La boîte de dialogue sous-jacente donne accès aux **unités de distance et de vitesse** utilisées par Galaad. L'unité de distance est passive et n'affecte en rien les cotes de dessin qui restent inchangées : elle sert seulement à indiquer ce qu'il faut mettre comme symbole derrière une coordonnée ou une mesure. L'unité de vitesse, par contre, modifie toutes les valeurs qui ont été utilisées jusque-là.

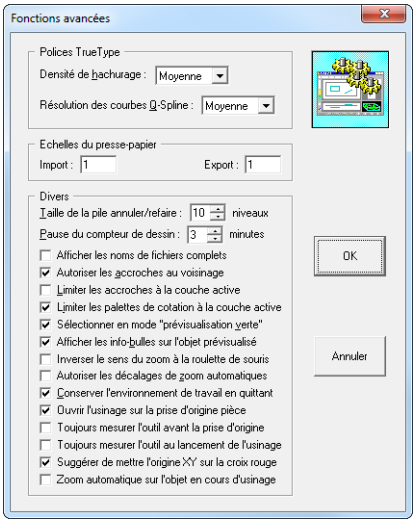
Le logiciel stocke les vitesses en nombres entiers représentant des mm/min. En cas d'utilisation d'une autre unité de mesure, il convertit avant d'afficher ou après l'entrée d'une vitesse. Si vous changez d'unité de vitesse, le codage interne en mm/min ne varie pas. Seul l'affichage change.

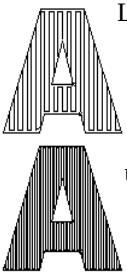
La position de la vue principale dans la **vue quadruple** permet de choisir son emplacement logique dans la fenêtre d'application. Dans le même registre, vous pouvez choisir l'orientation des vues latérales XZ et YZ, c'est à dire la position géométrique de la surface supérieure.

Le cadre du bas de la boîte de dialogue précise les deux commandes sonores Windows qui sont appelées pour pousser un "zap" invalide lorsque vous faites une bêtise ou bien un "ok" de satisfaction lorsqu'une opération réputée longue s'est terminée avec succès. Les choix accessibles correspondent aux **événements sonores Windows** que vous pouvez aiguiller vers des sons prédéfinis dans le **panneau de configuration**.

Fonctions avancées

La commande suivante "Paramètres / Environnement de travail / Fonctions avancées" donne accès à des réglages un peu plus techniques. Faute d'en apprécier toute la saveur, il vaut peut-être mieux ne pas trop faire d'expérience avec ces paramètres, du moins dans un premier temps. Non que Galaad risque de s'en porter plus mal, mais votre environnement de dessin gagnera peu à s'éloigner des sentiers battus. Ceci étant, le choix vous reste acquis et, quoi qu'il advienne, vous pourrez toujours battre prudemment en retraite après un réglage malheureux.


Fonctions avancées
Polices TrueType
Densité de hachurage : Moyenne
Résolution des courbes Q-Spline : Moyenne
Echelles du presse-papier
Import : 1
Export : 1
Divers
Taille de la pile annuler/refaire : 10 niveaux
Pause du compteur de dessin : 3 minutes
Afficher les noms de fichiers complets
Autoriser les accroches au voisinage
Limiter les accroches à la couche active
Limiter les palettes de cotation à la couche active
Sélectionner en mode "prévisualisation verte"
Afficher les info-bulles sur l'objet prévisualisé
Inverser le sens du zoom à la roulette de souris
Autoriser les décalages de zoom automatiques
Conserver l'environnement de travail en quittant
Ouvrir l'usinage sur la prise d'origine pièce
Toujours mesurer l'outil avant la prise d'origine
Toujours mesurer l'outil au lancement de l'usinage
Suggérer de mettre l'origine XY sur la croix rouge
Zoom automatique sur l'objet en cours d'usinage
OK
Annuler



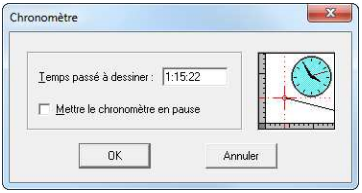
Le dessin de textes avec les **polices TrueType**, liées à votre environnement Windows, tient compte de paramètres graphiques. D'une part la densité de hachurage automatique pour le remplissage des surfaces, et d'autre part la finesse de résolution des courbes Quadra-Splines utilisées par la norme TrueType. Si un texte est sélectionné au moment de modifier ces paramètres, il est reconstruit pour en tenir compte. Ces données n'ont pas d'incidence sur les quelques polices Galaad annexes qui sont pré-hachurées.

Destinées principalement à l'écran ou l'imprimante, les polices TrueType ou OpenType utilisées par Windows ne peuvent par nature coder de simples traits sans épaisseur. Par exemple, un "I" majuscule simple sans sérif sera dessiné avec un rectangle, ou deux traits d'aller-retour en cas de largeur nulle, mais jamais avec un vecteur unique. Les points de départ et d'arrivée d'un tracé TrueType sont toujours confondus, formant un contour fermé. Si la police est construite sans épaisseur, c'est à dire avec une graisse nulle, Galaad recherche et **élimine les traits superposés** dans chaque caractère, pour aboutir à un parcours optimal à vecteurs uniques, sans aller-retour inutiles.

Les **échelles du presse-papier** sont applicables aux éléments de dessins qui transitent depuis et vers le presse-papier Windows pour échange avec les autres logiciels. Les éléments copiés et collés de Galaad vers Galaad sans sortie du logiciel ne sont pas concernés.

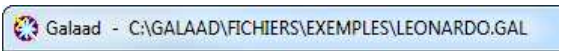
Les paramètres du cadre inférieur donnent accès à la **taille de la pile annuler / refaire**, c'est à dire le nombre d'opérations de dessin successivement annulables. Le maximum autorisé est de 10 niveaux, mais vous pouvez l'abaisser pour accélérer certains traitements et gagner de l'espace mémoire. Il est en effet assez rare d'avoir besoin de revenir si loin en arrière, mais il vous appartient de trouver le point d'équilibre entre vitesse de traitement et confort d'annulation. Si votre ordinateur est récent et rapide, le mieux est sans doute de mettre une valeur élevée, du moins si vous risquez d'en avoir besoin.

Le temps de **pause du compteur de dessin** donne le cycle actif de ce compteur affiché en bas à gauche de l'écran. Faute d'avoir modifié le dessin, il s'arrête tout seul au bout d'un certain temps pour éviter de tourner à vide pendant que vous êtes parti déjeuner. C'est ce délai d'inactivité qu'il vous appartient de régler ici. Le compteur de dessin est accessible avec "Fichier / Temps passé".



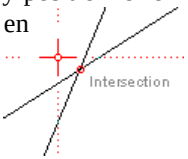
Dans la barre de titre et en bas du menu "Fichier", les noms de fichiers sont normalement affichés en abrégé, c'est-à-dire les noms seuls sans leurs chemins d'accès. Vous pouvez opter pour les **noms de fichiers complets** avec leurs étapes respectives de dossiers et sous-dossiers. Par exemple, le fichier normalement affiché en abrégé :

correspond en fait à :



Les noms complets prennent plus de place à l'écran, surtout dans le menu, mais ils évitent les confusions en cas d'homonymie, ou encore si vous avez des fichiers disséminés dans plusieurs dossiers ou plusieurs disques.

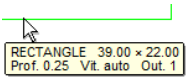
Les **accroches au voisinage** sont ces petits points rouges qui apparaissent près du pointeur lorsque vous dessinez et qui permettent de s'y positionner en appuyant sur la barre d'espacement [Espace] du clavier ou en cliquant sur le bouton central de la souris. Vous pouvez les inactiver ou encore **limiter les accroches à la couche active** si vos dessins sont particulièrement chargés et que les arrière-couches ne vous intéressent pas.



La case de **limitation des palettes de cotation à la couche active** décide si les objets dessinés dans les couches d'arrière-plan doivent être référencés ou non dans les palettes de cotation rapide en haut de l'espace de travail. Dans l'affirmative, il se peut que votre palette soit saturée par toutes les cotations. Inversement, ceci vous permet de donner rapidement à un objet la même cote qu'un autre se trouvant dans une couche d'arrière-plan.

La possibilité de **sélectionner en mode "prévisualisation verte"**, active par défaut à l'installation du logiciel, affiche en vert l'objet qui sera sélectionné si vous cliquez à ce moment avec le bouton droit de la souris. Cette fonction est assez pratique dans le cas d'objets superposés ou voisins. A noter que le pointeur doit être près de la trajectoire et non dans la surface couverte par l'objet.

Annexe de cette fonction, il est possible d'**afficher les info-bulles sur l'objet prévisualisé** en vert pour connaître ses géométrie, profondeur, vitesse et outil sans avoir à le sélectionner. Cette fonction peut être désactivée pour les dessins trop gros ou si votre ordinateur n'est pas assez rapide pour une utilisation confortable dans ce mode. A noter que, lorsque l'option est semi-active (apparence grisée), les info-bulles sont affichées sans cadre, de façon plus discrète.



On rappelle que la roulette de la souris change le zoom tout en gardant active la fonction de dessin en cours. Chaque utilisateur ayant ses propres habitudes sur des logiciels de dessin certes moins remarquables mais parfois utiles cependant, il est possible d'**inverser le sens du zoom à la roulette** pour rester homogène avec ceux-ci.

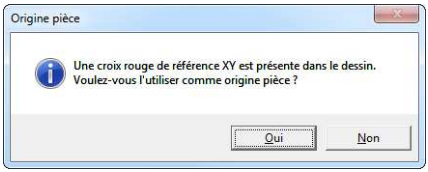
Lorsque vous avez agrandi une partie de la planche à dessin, il peut être malaisé de déplacer avec précision un objet ou un point sélectionné vers une position hors du cadre visuel. Le fait d'**autoriser les décalages de zoom automatiques** fera alors glisser le cadre visuel lorsque le pointeur de la souris

s'approche d'un bord. Cette fonction est inactive par défaut car elle peut rendre la manipulation moins aisée dans certains cas.

Comme vous le savez déjà, Galaad peut **conserver son environnement de travail en quittant**, afin que vous retrouviez à la prochaine utilisation votre dessin tel que vous l'aviez laissé, même s'il n'a pas été enregistré. C'est le mode par défaut à l'installation du logiciel. Ceci étant, un partage de l'application entre plusieurs utilisateurs peut être gêné par cette facilité. Dans ce cas, décochez cette option et Galaad se comportera comme un logiciel classique dans lequel il est demandé d'enregistrer son travail avant de quitter.

Il est possible d'**ouvrir l'usinage sur la prise d'origine pièce** directement sans passer par la fenêtre préalable de paramètres d'usinage, sauf s'il y a plusieurs cycles d'outils à séquencer, ou bien des valeurs hors standard. Lorsque cette case est active, la page de "Paramètres d'usinage" est sautée (on peut tout de même y revenir) et l'on passe directement à l'origine pièce. Dans la même veine, on peut demander à **toujours mesurer l'outil** en arrivant dans la page de prise d'origine pièce, ce qui évite d'avoir à cliquer sur le bouton. Inversement, cette mesure automatique peut se faire *a posteriori* **au lancement de l'usinage**, c'est-à-dire quand on clique sur le gros bouton jaune.

S'il y a une croix rouge dans le dessin, le module d'usinage peut **suggérer de mettre l'origine XY** sur cette croix à l'ouverture de la prise d'origine pièce, afin d'éviter un oubli. Suggestion n'est pas obligation.


Origine pièce
Une croix rouge de référence XY est présente dans le dessin.
Voulez-vous l'utiliser comme origine pièce ?
Oui
Non

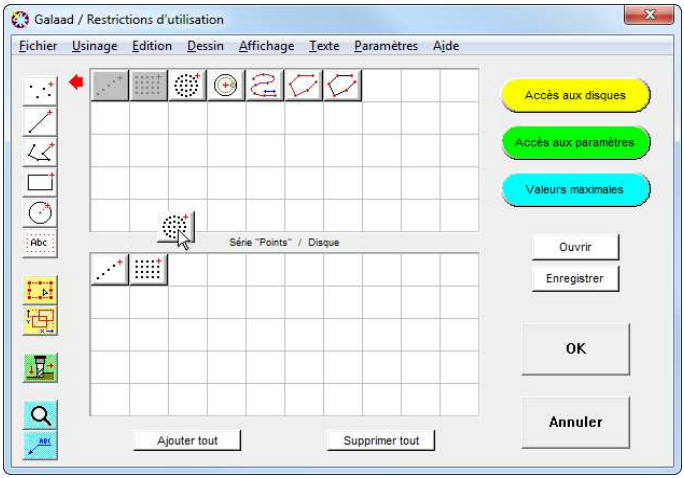
Le **zoom automatique sur l'objet en cours d'usinage** permet de magnifier à l'écran chaque élément de parcours au moment où il est usiné. C'est un gadget, avouons-le, puisque lorsqu'on s'aperçoit que le tracé affiché est erroné, il est déjà trop tard pour tout arrêter. Il n'y a malheureusement pas de fonction "Annuler" pour une pièce usinée. Ça reste à inventer. Par contre, la fonction "Refaire" est bien connue des débutants.

Restrictions pour l'enseignement

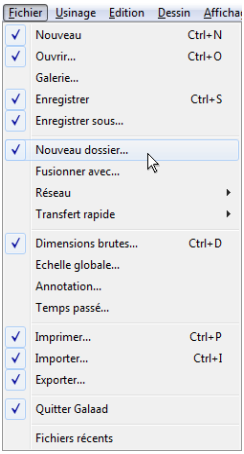
Galaad donne la possibilité de modifier son apparence aux yeux d'un utilisateur. Le logiciel est fort bien pourvu en icones et fonctions, mais cette richesse peut s'avérer un facteur de complexité et il est donc intéressant de disposer d'un moyen de l'appauvrir. Galaad offre par défaut toute sa palette de saveurs sans restriction, mais vous propose de l'élaguer un peu selon les besoins de votre projet éducatif. Qui peut le plus peut le moins. Il ne s'agit rien moins que de **supprimer des fonctions jugées peu utiles** dans les menus, **enlever des icones** de dessin, et **imposer des limites** à l'utilisateur. Le but recherché est de faire maigrir votre logiciel, au moins en apparence.

L'élagage se fait avec la commande "Paramètres / Environnement de travail / Restrictions". Comme son nom l'indique, le jeu va surtout consister à restreindre par élimination les fonctions des menus et les icones de dessin. **Trois niveaux de restrictions sont prédéfinis**, que vous pouvez reprendre directement sans avoir à les mettre au point. Ces niveaux correspondent aux fichiers "**Niveau-N.cus**" que vous pouvez modifier à votre convenance (voir plus loin). Vous pouvez aussi ouvrir un jeu complet de restrictions que vous avez défini au préalable.

La définition d'un environnement restreint se fait par la commande "Paramètres / Environnement de travail / Restrictions / Définir", qui vous donne accès à une fenêtre de paramétrage de cet environnement :



Dès l'appel à cette commande, Galaad disparaît pour laisser place à une fenêtre de sélection de ses fonctionnalités. Cette fenêtre reprend les mêmes menus et les mêmes icones de dessin que l'application centrale, plus quelques boutons donnant accès à des réglages annexes. Vous pouvez enregistrer un jeu de restrictions depuis la fenêtre de définition avec le bouton "Enregistrer", et "Ouvrir" pour le récupérer.



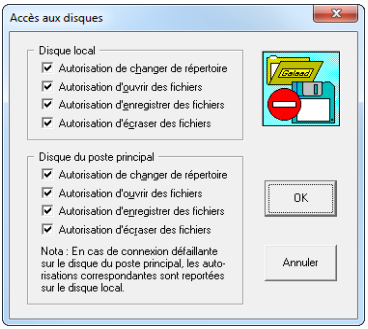
Pour supprimer l'accès à une commande dans un **menu**, il suffit d'**ouvrir le menu et décocher la ligne en cliquant dessus**. Par exemple, si vous voulez enlever la ligne "Nouveau dossier" du menu "Fichier", vous cliquez dessus pour enlever sa coche. Lorsque vous reviendrez au dessin, la ligne aura disparu du menu.

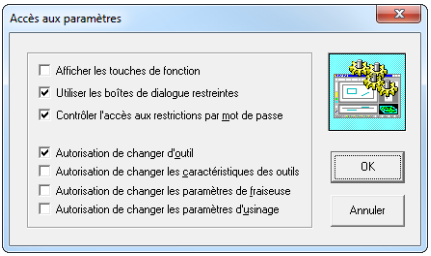
Si toutes les commandes d'un sous-menu cascadé sont supprimées, Galaad supprimera la ligne mère dans le menu parent pour ne pas avoir une ligne qui ouvre un sous-menu vide. **Ne resteront visibles que les lignes de menus précédées d'une coche** ou qui ouvrent un sous-menu cascadé non vide.

Ce n'est pas plus compliqué pour les **icones de dessin**. La fenêtre affiche deux matrices superposées. Lorsque vous cliquez sur une icone mère, à gauche, toutes les icones disponibles de la série sont affichées dans la matrice du haut, avec leur emplacement par défaut. Il suffit de **glisser-déplacer les icones qui vous intéressent dans la matrice du bas**, en choisissant l'emplacement qui vous convient pour chacune. Inversement, faites remonter une icone de la matrice du bas vers celle du haut pour l'enlever de votre liste.

Galaad a horreur du vide. Il exigera par conséquent que vous ne laissiez aucune case inactive dans votre matrice personnelle. **Le nombre de lignes et de colonnes doit être homogène, sans case vide**. D'ailleurs, le logiciel les repère très vite et les marque d'un rouge infâmant. Passer à une autre icône-mère à gauche suffit à valider une matrice. Mais, tant que vous aurez une case rouge, vous ne pourrez pas la valider. Vous devez arranger vos icones pour obtenir un ensemble compact. Il est possible de déplacer les icones dans la matrice du bas pour en changer la disposition.

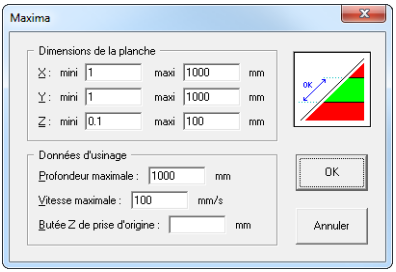
Le bouton jaune d'**accès aux disques** ouvre une boîte de dialogue gérant les autorisations d'accès aux disques vus du poste de l'utilisateur. En plus du disque local, un poste connecté en réseau pourra éventuellement lire et écrire sur le disque du poste principal. En décochant les cases, vous pouvez interdire l'accès aux autres répertoires, et restreindre les accès en lecture, en écriture et en écrasement.


Accès aux disques
Disque local
Autorisation de changer de répertoire
Autorisation d'ouvrir des fichiers
Autorisation d'enregistrer des fichiers
Autorisation d'écraser des fichiers
Disque du poste principal
Autorisation de changer de répertoire
Autorisation d'ouvrir des fichiers
Autorisation d'enregistrer des fichiers
Autorisation d'écraser des fichiers
Nota : En cas de connexion défaillante sur le disque du poste principal, les autorisations correspondantes sont reportées sur le disque local.
OK
Annuler


Accès aux paramètres
Afficher les touches de fonction
Utiliser les boîtes de dialogue restreintes
Contrôler l'accès aux restrictions par mot de passe
Autorisation de changer d'outil
Autorisation de changer les caractéristiques des outils
Autorisation de changer les paramètres de fraiseuse
Autorisation de changer les paramètres d'usinage
OK
Annuler

Le bouton vert d'**accès aux paramètres** appelle la boîte de dialogue qui définit si l'utilisateur a le droit de modifier certaines données techniques. Les quelques **boîtes de dialogues restreintes** qui ont été définies substituent, aux plus utilisées, des modèles allégés. Elles limitent de fait l'accès aux données et aident à une compréhension progressive. Seules quelques boîtes de dialogue complexes ont leurs équivalents restreints. Le **contrôle de l'accès aux restrictions par mot de passe** permet d'interdire toute modification des restrictions imposées, sauf pour l'utilisateur qui détient le mot de passe. Ce dernier est "**galaad**" à l'installation (majuscules ou minuscules sans importance). Ne le criez pas sur tous les toits : **si vous perdez votre mot de passe**, vous le retrouverez dans le fichier **PASSWORD.TXT** du répertoire d'installation de Galaad.

Le bouton bleu des **valeurs maximales** ouvre la boîte de dialogue qui pose quelques limites à ce que l'utilisateur peut entrer comme données numériques. Ces valeurs concernent la taille de la planche et les caractéristiques d'usinage des objets, plus une butée maximale pour l'origine pièce Z.


Maxima
Dimensions de la planche
X : mini 1 maxi 1000 mm
Y : mini 1 maxi 1000 mm
Z : mini 0.1 maxi 100 mm
Données d'usinage
Profondeur maximale : 1000 mm
Vitesse maximale : 100 mm/s
Butée Z de prise d'origine : mm
OK
Annuler

N'oubliez pas que vous pouvez empêcher l'utilisation d'un autre outil que celui en cours avec la boîte de dialogue liée au bouton vert.

Récapitulons maintenant les restrictions qu'il est possible d'imposer à Galaad à partir de cette fenêtre de paramétrage :

- **Suppression des lignes jugées inutiles dans les menus.** Les lignes qui restent en place sont précédées d'une coche ; les lignes ouvrant des sous-menus cascadés disparaissent si le sous-menu a été vidé de ses lignes.

- **Mise en place des icones de dessin.** Pour chaque série d'icones, la matrice du bas indique celles qui sont choisies et leur disposition.

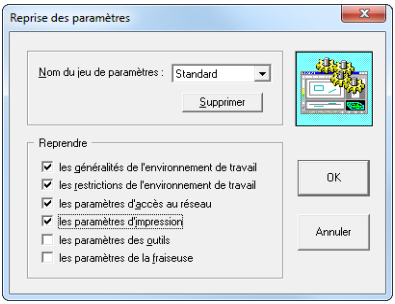
- **Autorisations d'accès aux disques.** Les opérations sur les fichiers sont réglementées pour le disque local et un éventuel disque réseau.

- **Possibilité de modifier des paramètres.** L'accès aux données technique d'usinage est soumis à un jeu d'autorisations.

- **Encadrement des dimensions numériques.** Des limites sont imposées aux données que l'utilisateur peut entrer.

Avec ces restrictions, vous verrez qu'il est possible de bâtir sur mesure un Galaad très édulcoré, et vous en affranchir d'un coup sans les perdre grâce à la commande "Paramètres / Environnement de travail / **Ignorer les restrictions**" (commande protégée par le mot de passe éventuel). Le fait d'ignorer les restrictions reconstruit un Galaad à pleine puissance.

Vous pouvez aussi enregistrer vos restrictions à l'aide des commandes "Paramètres / Mémoriser" et "Reprendre", ou encore les transmettre d'un poste de travail à l'autre avec "Paramètres / Transfert rapide / Envoyer et Recevoir". Une petite boîte de dialogue aide alors à filtrer plus précisément les jeux de paramètres reçus.



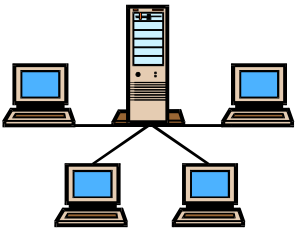
9

01001

UTILISATION EN RESEAU

Partage de disques

Une fonctionnalité importante de Galaad concerne l'interconnexion de plusieurs postes de travail et les moyens d'échanger dessins et paramètres. Un utilisateur professionnel pourra trouver avantage à réserver un ordinateur pour le dessin et un autre pour l'usinage. Dans le milieu éducatif, il est intéressant de pouvoir préparer en une seule fois l'environnement de travail de tous les élèves et organiser la gestion globale de leurs fichiers.



Sur le plan technique, il est nécessaire que vos ordinateurs soient connectés à un réseau local avec accès à travers Windows. Ce réseau n'a pas besoin d'avoir une architecture client-serveur ou une quelconque hiérarchie. Galaad définit sa propre hiérarchie entre le poste principal et le ou les postes secondaires.

Imaginons le réseau suivant, avec un poste principal P et des postes secondaires S1, S2, S3, *etc*. Galaad est installé sur P dans le répertoire C:\GALAAD, et sur chaque poste S dans un même répertoire C:\GALAAD. En plus de son disque local C:, chaque poste S peut accéder au disque C: du poste P, qu'il identifie par exemple sous le label E:. De cette façon, le Galaad tournant dans le répertoire C:\GALAAD du poste S1 "voit" le Galaad principal installé pour lui sur E:\GALAAD. A partir de là, il peut fort bien charger paramètres et dessin courant depuis P au lieu de les prendre sur son disque local, ce qui donne toute latitude à l'utilisateur du poste P pour décider de la configuration des autres. Inversement, les postes S peuvent centraliser leurs travaux sur P au lieu de les garder sur leurs disques.

Pour permettre ces échanges de données d'un poste à l'autre, chaque poste secondaire doit pouvoir accéder au disque du poste principal, ou du moins le répertoire dans lequel Galaad a été installé sur ce poste principal. On suppose que votre réseau est déjà établi dans le panneau de configuration Windows, et les partages de disques définis. Si ce n'est pas le cas, voyez le **partage de fichiers** et d'imprimantes dans la rubrique "Réseau" du panneau de configuration (ne pas confondre avec l'accès réseau à distance).

Mais le but n'est pas ici de mettre votre réseau à plat. On va partir du principe que le disque du poste principal est déjà accessible depuis chaque

poste secondaire. Si vous vous situez avant ce stade, consultez la personne chargée de l'installation de votre réseau local. Notez qu'il n'est pas nécessaire que le poste principal puisse accéder en retour aux disques des postes secondaires. Galaad n'aura nul besoin d'une fonction de ce genre.

❑ Poste de travail principal

L'utilisation de Galaad en réseau suppose donc qu'un poste de travail est considéré comme principal et tous les autres comme secondaires. Les postes secondaires imitent l'environnement de travail du poste principal en y puisant leurs paramètres, et éventuellement rangent leurs dessins sur celui-ci. On suppose que la fraiseuse est en général connectée sur le poste principal, mais cela n'a rien d'obligatoire. Par contre, vous ne disposez probablement que d'une seule licence pour tout le groupe de travail. **La clef de licence doit être branchée sur le poste principal**. En chargeant leurs paramètres à travers le réseau, les postes secondaires "verront" la licence du poste principal et la valideront localement.

Si votre réseau n'est constitué que de **deux postes, l'un dédié au dessin et l'autre à l'usinage**, branchez la clef sur le poste d'usinage et considérez-le comme principal, le poste de dessin n'ayant d'ailleurs guère besoin de licence pour fonctionner, hormis les fonctions d'export de fichiers. Il vaut mieux que le poste principal soit sous tension lors de l'ouverture de Galaad sur le poste secondaire. Ainsi, celui-ci peut accéder à la licence et autoriser les exports.

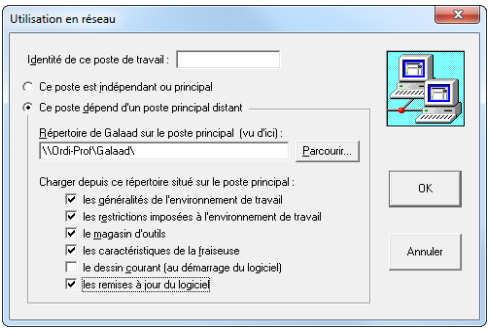
Le poste principal constitue le modèle que les postes secondaires viendront imiter au lancement de leur Galaad local. Il équivaut à un poste tout à fait indépendant. A ce titre, que le réseau soit ou non opérationnel n'a aucune incidence sur sa manière de fonctionner. Ce sont les postes secondaires qui viennent récupérer ses paramètres chez lui, et non pas le poste principal qui les leur envoie un par un. **Il n'y a pas de messages échangés entre les postes à travers le réseau, mais seulement un accès au poste principal de la part du ou des postes secondaires.**

Le paramétrage du poste principal se fait donc de la façon la plus simple qui soit. Dans les paramètres de réseau, il suffit d'indiquer que le poste en question est un "poste indépendant ou principal". C'est tout.

L'utilisateur du poste principal - on suppose qu'il s'agit de l'enseignant - ouvre Galaad et façonne l'environnement de travail à sa guise, ou bien en récupère un modèle sauvegardé quelque part. Il peut même ouvrir un modèle de dessin par défaut, que les autres postes verront chez eux au lancement du logiciel. Il appelle ensuite la fonction "Paramètres / Réseau / Mettre l'environnement à jour" pour que ses changements soient mémorisés sur son disque. Les utilisateurs des postes secondaires - c'est à dire probablement les élèves - lancent Galaad à leur tour, viennent copier les paramètres du poste principal, et éventuellement chargent son dessin par défaut.

Postes de travail secondaires

Les élèves ont donc besoin de charger leurs paramètres d'environnement depuis le Galaad du poste de l'enseignant. Ceci suppose qu'ils aient accès à son disque dur à travers le voisinage réseau. Pour une utilisation simplifiée avec juste une récupération des paramètres, on pourra se contenter d'un partage réseau autorisant l'accès en lecture seule au répertoire de Galaad du poste principal. Les autres fonctions nécessitent un accès en écriture.


Utilisation en réseau
Identité de ce poste de travail :
Ce poste est indépendant ou principal
Ce poste dépend d'un poste principal distant
Répertoire de Galaad sur le poste principal (vu d'ici) :
\\Ordi-Prof\Galaad\
Parcourir...
Charger depuis ce répertoire situé sur le poste principal :
les généralités de l'environnement de travail
les restrictions imposées à l'environnement de travail
le magasin d'outils
les caractéristiques de la fraiseuse
le dessin courant (au démarrage du logiciel)
les remises à jour du logiciel
OK
Annuler

La définition du poste de travail dans le réseau se fait à l'aide de la commande "Paramètres / Réseau / Poste de travail". La boîte de dialogue qui s'ouvre alors permet de choisir le type de poste, principal ou secondaire, ainsi que le cadre de fonctionnement pour un poste secondaire.

Hors sujet : si vous n'avez pas de réseau mais faites cohabiter **plusieurs installations de Galaad sur un seul ordinateur** avec des paramétrages différents, par exemple pour plusieurs machines, l'**identité du poste de travail** s'affichera dans la barre de titre de la fenêtre, pour vous rappeler de quel Galaad il s'agit. Rien ne vous empêche d'ailleurs de stocker les fichiers de ces différentes installations dans un dossier commun. Mais revenons à l'utilisation en réseau.

Si votre groupe de travail comprend plusieurs postes secondaires, il peut être intéressant de spécifier là encore l'identité de l'utilisateur du poste. On verra un peu plus loin son intérêt. Le paramètre le plus important est bien évidemment l'emplacement virtuel du **répertoire de Galaad sur le poste principal** vu de chaque poste secondaire. Par exemple, si Galaad a été installé dans le répertoire C:\GALAAD du poste principal, ce répertoire peut devenir X:\GALAAD ou bien \\ORDI-1\GALAAD ou autre, vu d'un poste secondaire. Vous pouvez rechercher cet emplacement distant en cliquant sur "Parcourir". L'accès au réseau doit bien évidemment avoir été ouvert.

Reste ensuite à définir ce que le poste secondaire doit recopier chez lui. Outre les paramètres d'environnement et d'usinage, il est possible de récupérer le **dessin courant** du poste principal. Dans ce cas, chaque Galaad secondaire s'ouvrira directement sur le modèle de dessin préparé par l'enseignant.

En cas de défaillance du réseau ou de difficulté d'accès au Galaad du poste principal, le poste secondaire repasse temporairement en mode indépendant et ne s'occupe plus du poste principal jusqu'au prochain lancement. Ceci évite qu'un problème de réseau ne bloque le groupe de travail. Il est inutile de revoir quoi que ce soit lors du redémarrage du réseau. Les postes secondaires reprendront alors leur mode de fonctionnement habituel.

Lorsque des paramètres ont été modifiés sur le poste principal, il n'est pas nécessaire de relancer les logiciels tournant sur les postes secondaires pour les mettre à jour. Un simple appel à la commande "Paramètres / Réseau / Mettre l'environnement à jour" sur le poste principal puis sur chaque poste secondaire assurera d'une part la sauvegarde de l'environnement courant, et d'autre part le rechargement de ces nouveaux paramètres.

❑ Echanges de fichiers

L'utilisation de Galaad en réseau ne se limite pas à un téléchargement des paramètres. Pour faciliter le travail en groupe, le logiciel offre une gestion centralisée des fichiers de dessin sur le poste principal. La méthode est assez simple, mais expliquons-la avec un exemple : sur le poste principal, Galaad est installé dans le répertoire C:\GALAAD qui devient alors X:\GALAAD vu du poste secondaire "TOTO". En outre, l'enseignant a défini le groupe de travail comme étant "4B".

Le nom du **groupe de travail** se définit par le biais de la commande "Paramètres / Réseau / Groupe de travail". Il est alors demandé de choisir un nom, nouveau ou parmi ceux déjà utilisés sur ce poste.

Le ou les élèves travaillant sur "TOTO" lancent Galaad. Leurs paramètres de travail sont chargés depuis le poste X:\GALAAD. Ils ouvrent ou modifient le dessin qu'ils enregistrent ensuite sous le nom "DESSIN.GAL". Etant donné que les restrictions ne leur donnent accès qu'au disque (ou de moins à une partie du disque) du poste ayant été défini comme principal, l'enregistrement devient alors X:\GALAAD\PUBLIC\4B\TOTO\DESSIN.GAL. Ainsi, l'enseignant reçoit directement tous les dessins du groupe de travail dans son propre répertoire C:\GALAAD\PUBLIC\4B, chaque sous-répertoire désignant un poste de travail du groupe. En cas de changement de groupe de travail, par exemple si de 4B l'on passe à 3A, les dessins du même poste "TOTO" seront alors tous enregistrés dans le répertoire X:\GALAAD\PUBLIC\3A\TOTO. Il n'y aura donc pas de confusion entre les groupes utilisant les mêmes postes.

Pour vérifier les travaux effectués par les élèves travaillant sur le poste "TOTO", l'enseignant ouvre leurs dessins dans le sous-répertoire correspondant. Il peut bien entendu les corriger ou les annoter pour la prochaine session de travail. Surtout, il peut les ouvrir pour lancer l'usinage. En fin d'année, l'enseignant fait le ménage en supprimant les répertoires 4B et 3A à partir de l'explorateur de fichiers ou de Galaad, et peut ensuite partir en vacances avec la conscience tout aussi nette que le disque dur.

L'enseignant a la possibilité d'enregistrer des **fichiers publics** dans son propre répertoire C:\GALAAD\PUBLIC\4B, qui pourront être ouverts par les élèves via la commande "Fichier / Réseau / Ouvrir un fichier public". Ils pourront aussi enregistrer eux-mêmes un fichier mis à disposition du groupe.

10

01010

ICONES DE DESSIN

Le but de ce chapitre n'est pas de détailler en profondeur les techniques particulières de dessin pour chaque icone, mais de faire un rapide survol de leur utilisation en ajoutant quelques précisions dans certains cas. Ces icones sont bien assez nombreuses ; on ne va pas abattre des arbres pour noircir des pages de considérations absconses sur la façon de s'en servir. Pour en savoir plus, le mieux est encore d'essayer, avec audace et curiosité.

Rappelons tout de même quelques constantes déjà presque oubliées depuis les lointains chapitres 2 et 5 :

- Lorsque vous dessinez une figure non finie (points isolés, polyligne, courbes, *etc.*), vous devez cliquer avec le bouton droit de la souris pour arrêter la construction.
- Lorsque vous dessinez une figure à plusieurs étapes (ellipse, étoile, rayons, *etc.*), vous pouvez figer en l'état en cliquant là encore avec le bouton droit de la souris (ou appuyez sur la touche Echap si le dernier point a déjà été cliqué).
- La touche clavier ← (retour) annule le dernier pointage sans annuler la construction en cours.
- Une fois la figure complète, les fonctions de dessin réitèrent la construction d'une nouvelle figure de même type. Pour vous arrêter là, appuyez sur la touche Echap ou sur l'icône jaune de sélection (icône mère).
- Les flèches du clavier ← ↓ ↑ → déplacent le curseur de pointage d'une unité de la grille magnétique. Les touches + / - règlent la grille magnétique sur un pas 10 fois plus fin / moins fin ; la touche * remet la grille en mode automatique (lequel correspond toujours aux graduations les plus fines des réglettes quel que soit le niveau de zoom).
- Le bouton central de la souris et la barre d'espacement Espace du clavier permettent d'accrocher au vol le point suggéré qui apparaît en orange à proximité du curseur de pointage.
- Les figures nécessitant de tirer une ligne droite depuis le point précédent (ligne de points, lignes, polyligne, rayon de cercle, *etc.*) sont soumises à la grille magnétique polaire lorsque vous maintenez la touche Ctrl enfoncée tout en déplaçant la souris.
- Dans la même veine, la combinaison de touches ⇧ Entrée ouvre une boîte de dialogue de cotation polaire (distance et angle).
- Enfin, vous pouvez zoomer en avant ou en arrière sans abandonner la fonction de dessin en cours, à l'aide de la roulette de la souris ou avec les touches clavier ⇟ / ⇞ (PageDown/PageUp, ou PgDn / PgUp). Ceci aide beaucoup pour accrocher au vol un point suggéré, parmi une jungle de tracés.

Points

Cette série concerne les créations de points isolés, c'est à dire des perçages simples sans usinage horizontal. Les vitesses d'avance sont alors inutiles, sauf si l'outil mis à contribution a une vitesse de plongée exprimée relativement à la vitesse d'avance. Voyez la commande "Paramètres / Outils".

Points isolés permet de placer ici et là des points de perçage sur la planche. Chaque point est un objet complètement indépendant des autres, mais si vous utilisez l'icone jaune "Associer" sur un ensemble de points isolés, ils formeront alors un objet unique.

Ligne de points trace une ligne de points à intervalles réguliers. Le groupe ainsi créé représente un objet unique.

Matrice de points remplit une matrice rectangulaire de points rangés à intervalles réguliers, créant un objet unique.

Disque de points crée des cercles concentriques de points, chaque point restant à distance minimale de ses voisins, ce qui détermine le nombre de points par couche (objet unique).

Lamage perce un trou d'un diamètre donné en intégrant aussitôt la correction d'outil. Perçage et remontée peuvent se faire au centre. Une ébauche est possible en spirale d'approche.

Alésage hélicoïdal fait une descente en hélice pour un alésage ou un filetage à la fraise à fileter, intégrant la correction d'outil. Des ébauches sont possibles, ainsi qu'un alésage/filetage extérieur.

Points sur tracé perce des points à intervalles réguliers le long de la trajectoire d'un objet sélectionné en rouge. Il est possible d'ajouter une variation aléatoire de distance, pour des intervalles irréguliers.

Points sur sommets perce les points uniquement sur les sommets de la trajectoire de l'objet sélectionné en rouge.

Polyligne sur points fait l'opération inverse de la précédente et construit une polyligne reliant le groupe de points sélectionnés.

Lignes

La série des icones de lignes est plutôt touffue, et pour cause. Le choix de deux coordonnées pour tracer une ligne en environnement hostile peut se faire de bien des manières différentes, avec de nombreuses références possibles. On n'abordera tout de même pas ici les facilités de cotation et d'accrochage qui ne servent en général qu'à positionner chaque extrémité.

Ligne simple trace un trait de base entre deux points à cliquer ou à accrocher sur le dessin.

Ligne horizontale trace un trait qui reste horizontal quelle que soit la position au moment de pointer le deuxième point.

Ligne verticale fait presque la même chose que la précédente, sauf que c'est ici dans le sens vertical.

Ligne pointillée construit une série de segments colinéaires, de longueur et intervalle à définir. Pointage des deux extrémités.

Ligne mixte crée une série alternée de segments et de points colinéaires, de longueur et intervalle à définir.

Pointillés sur tracé place sur la trajectoire de l'objet sélectionné en rouge une série de segments, de longueur et intervalle à définir.

Copie de segment crée une copie du segment sélectionné en rouge. La copie est aussitôt décalée d'une graduation pour repérage.

Parallèle dessine la parallèle au segment sélectionné en rouge passant par le premier point à positionner.

Tangente trace une ligne sur un axe tangent au point d'angle sélectionné en rouge et passant par un point à positionner.

Bissectrice fait la même chose que la précédente à 90° près, en traçant la bissectrice au point d'angle sélectionné en rouge.

Bissectrice des segments construit une ligne dont l'axe est la bissectrice des segments sélectionnés en rouge et en bleu.

Angulaire trace une ligne dont l'axe fait un angle précis avec le segment sélectionné en rouge.

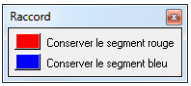
Perpendiculaire dessine une ligne dont l'axe est perpendiculaire au segment sélectionné en rouge.

Intersection crée une ligne qui s'arrête lorsqu'elle franchit l'axe du segment sélectionné en rouge.

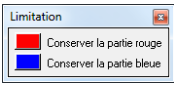
Cône de faisceaux construit un faisceau de lignes à définir entre l'objet sélectionné et un point à positionner.

Faisceaux construit un faisceau de lignes à définir entre les objets sélectionnés en rouge et en bleu (voir aussi les maillages 3D, ou encore la fonction "Dessin / Transmutation").

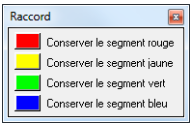
Tangente d'arc trace une ligne dont le premier point glisse le long de l'arc de cercle à pointer en vert. Les deux tangentes au cercle portant l'arc sont affichées, l'une d'entre elles restant à choisir après le pointage final (on peut alors annuler pour conserver les deux). A noter que, si un segment est sélectionné en rouge, une boîte de dialogue préalable propose de s'y référer pour créer la tangente à l'arc qui serait en plus parallèle à ce segment rouge.



Tangente d'arc limité fait la même chose que l'icone précédente selon la même séquence, mais en coupant ensuite l'arc au point de tangente. La partie de l'arc à éliminer reste au choix de l'utilisateur.



Double tangente d'arcs trace une ligne tangente à deux arcs qui seront pointés en vert. Il y a quatre tangentes possibles entre deux cercles, dont deux qui se croisent. Vous devrez choisir parmi ces quatre.



Double tangente d'arcs avec une limitation fait la même chose que la précédente, mais coupe l'arc qui a été pointé en premier, avec choix de la partie à conserver.

Double tangente d'arcs limités fait la même chose que les deux précédentes, mais coupe les deux arcs pointés.

Polylignes et courbes *splines*

La petite famille des polylignes inclut les polygones simples et plusieurs courbes mathématiques non circulaires, plus les possibles raccords.

Polygone dessine un polygone simple par pointage successif de ses sommets. Toutes les accroches sont possibles. Là encore, appuyer la touche Ctrl lors du pointage applique la grille magnétique polaire.

Polygone fermé fait la même chose que l'icone précédente, en refermant à la fin le polygone dessiné, s'il est resté ouvert.

Beta-Spline trace une courbe de type *Non-Uniform Rational Beta-Spline* par pointage des sommets. Une courbe NURBS comprend deux points extrêmes par lesquels la courbe passe, et un certain nombre de points attracteurs. Lorsque la courbe est éditée (double-clic ou clic droit ou "Dessin / Objet / Manipuler la géométrie"), tous les points peuvent être pondérés pour les rendre plus attractifs, en appuyant sur les touches + et -. On peut sauter d'un point à l'autre en avant ou en arrière avec les touches ⇆ ou ⇧⇆. Les courbes NURBS sont faciles à manipuler. Autant que possible, limitez le nombre de points attracteurs et jouez plutôt avec leur pondération, c'est plus facile et souvent plus efficace.

Quadra-Spline dessine une courbe à tangentes confondues, par pointage des nœuds. Attention, manipulation délicate !

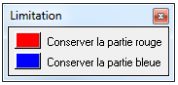
Courbe de Bézier construit une courbe par pointage de ses nœuds, les demi-tangentes étant calculées automatiquement. Comme pour la Beta-Spline, on peut sauter d'un point à l'autre en avant ou en arrière avec les touches ⇆ ou ⇧⇆, par exemple pour scinder la courbe ou au contraire insérer un secteur. A noter que l'appui sur la touche Ctrl lorsqu'on manipule une demi-tangente permet de figer sa direction angulaire, et la touche ⇧ permet de casser la courbe en désalignant les demi-tangentes.

Trace manuelle crée une polyligne simple suivant le tracé parcouru par la souris tant que le bouton de celle-ci reste enfoncé.

Sinusoïde dessine, entre deux points d'un axe, une courbe de sinus dont l'amplitude et le nombre de périodes sont à définir.

Hyperbole calcule une courbe hyperbolique par pointage direct de son amplitude de référence et de sa direction.

Raccord/Limitation prolonge ou coupe un segment à pointer en vert, pour ajuster son extrémité sur un autre segment à pointer en second. En cas de césure, le bout à conserver est ensuite demandé.



Insertion d'un sommet ajoute un sommet dans un segment à pointer en vert. Ce sommet est immédiatement positionnable.

Insertion d'un arc remplace un segment à pointer en vert par un arc dont le point de passage est immédiatement positionnable.

Insertion d'une B-Spline remplace un segment à pointer en vert par une courbe NUBRS dont le point attracteur est pré-positionné à l'intersection des axes des segments voisins de celui remplacé.

Insertion d'une courbe de Bézier remplace un segment à pointer en vert par une courbe NUBRS dont les demi-tangentes sont positionnées dans les axes des segments voisins de celui remplacé.

Raccord par intersection crée un polygone à trois points raccordant les segments sélectionnés en rouge et en bleu.

Raccord par Beta-Spline crée une courbe NURBS à trois points raccordant les segments sélectionnés en rouge et en bleu.

Raccord par Quadra-Spline crée une courbe à deux nœuds raccordant les segments sélectionnés en rouge et en bleu.

Raccord par courbe de Bézier crée une courbe de Bézier à deux nœuds raccordant les segments sélectionnés en rouge et en bleu.

Rectangles et polyèdres

La série assez fournie des icones de rectangles inclut quelques montages non cartésiens ou pas tout à fait rectangulaires, plus d'autres types de polyèdres réguliers et fermés.

Rectangle dessine un rectangle cartésien de façon classique par pointage de deux points diagonaux.

Rectangle centré dessine un rectangle cartésien par pointage de son centre et d'un coin.

Rectangle à coins chanfreinés crée un rectangle cartésien avec pointage supplémentaire d'un chanfrein appliqué aux coins.

Rectangle à coins arrondis fait la même chose que l'icone précédente, sauf que les coins suivent un arrondi.

Rectangle à coins inversés construit un rectangle dont les coins sont retournés vers l'intérieur selon le pointage.

Rectangle à coins poinçonnés dessine un rectangle dont les coins subissent un double pointage de retournement et d'entaille.

Rectangle à coins écornés trace un rectangle dont les coins arrondis sont retournés vers l'intérieur.

Rectangle oblique sert à la construction d'un rectangle non cartésien par pointage de deux côtés adjacents. La touche Ctrl lors du pointage de l'oblique applique la grille magnétique polaire.

Carré oblique dessine un carré non cartésien par pointage d'un seul côté et d'une position générale par rapport à ce côté.

Cartouche à deux côtés pointus crée un polyèdre non cartésien sur la base d'un rectangle dont deux côtés opposés seront brisés.

Cartouche à deux côtés arrondis fait la même chose que l'icone précédente en arrondissant les côtés plutôt que de les briser.

Parallélogramme construit un parallélogramme par pointage de deux côtés adjacents.

Losange trace un losange inscrit dans un rectangle cartésien à pointer par deux coins diagonaux.

Triangle équilatéral centré crée un triangle équilatéral par pointage du cercle dans lequel il s'inscrit.

Triangle équilatéral dessine un triangle équilatéral par pointage d'un seul côté et d'une position générale par rapport à ce côté.

Triangle isocèle dessine un triangle isocèle par pointage de sa base puis de sa hauteur.

Etoile trace une étoile à N branches, à dessiner par pointage du cercle extérieur dans lequel elle s'inscrit puis du cercle intérieur qui s'inscrit en elle. *Important :* cliquez le premier cercle avec le **bouton droit de la souris** pour figer la construction en l'état.

Etoile à lignes croisées fait la même chose que l'icone précédente, avec croisement des lignes à travers les branches.

Polyèdre centré construit un polyèdre régulier à définir par pointage du cercle dans lequel il s'inscrit.

❑ Arcs et figures cycliques

La grande et puissante tribu des arcs permet de tracer toutes sortes de courbes circulaires par différents moyens et en s'appuyant éventuellement sur les références présentes dans le dessin. En outre, quelques courbes trigonométriques annexes sont incluses dans cette série.

Cercle dessine un cercle fermé par pointage de son centre et d'un point de sa circonférence qui sera le point de départ. Comme toujours, appuyer la touche Ctrl lors du pointage applique la grille magnétique polaire pour le point de rayon.

Cercle inscrit trace un cercle fermé à partir du carré dans lequel il s'inscrit, par pointage diagonal. Le point de départ est à 0° selon la référence trigonométrique (3 heures sur le cadran d'une montre).

Cercle par trois points construit un cercle fermé à partir de trois points de sa circonférence. Le point de départ est à 0°, sens trigo.

Ellipse centrée crée une ellipse cartésienne ouverte à partir de son centre, ses rayons X et Y, ses points de début et fin. Pour dessiner une ellipse fermée, clic droit de la souris (ou Echap) au moment opportun.

Ellipse inscrite crée une ellipse cartésienne ouverte à partir du rectangle dans lequel elle s'inscrit.

Secteur d'ellipse dessine une ellipse cartésienne refermée par adjonction de deux segments rejoignant son centre. Le parcours global est composé de deux lignes et un arc d'ellipse connectés.

Arc par trois points, point d'arrivée en dernier trace un arc de cercle par trois points. Le point d'arrivée est donné en dernier.

Arc par trois points, point de passage en dernier trace un arc de cercle par trois points. Le point d'arrivée est donné en deuxième.

Arc par centre et angle d'ouverture construit un arc de cercle par son centre, son point de départ (donnant le rayon par la même occasion) puis sa direction d'arrivée.

Arc par angle d'ouverture et deux points crée un arc par deux points extrêmes avec ouverture prédéfinie (le centre est flottant). Attention à l'ordre de pointage : l'arc tourne dans le sens trigonométrique.

Arc par tangente et point dessine un arc tangent au segment sélectionné en rouge et passant par un point à positionner.

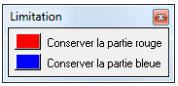
Arc glissant sur deux tangentes construit l'arc tangent à deux segments à pointer en vert, puis pointage du centre.

Arc à rayon fixe sur deux tangentes construit l'arc de raccord tangent à deux segments, ceux-ci à pointer en vert.

Arc à rayon fixe sur deux tangentes, avec limitations fait la même chose que l'icone précédente, mais avec en plus une césure des segments tangents.

Arc par trois tangentes dessine un arc défini par le pointage en vert de trois segments tangents.

Arc par deux tangentes sur courbes dessine un arc de raccord défini par le pointage en vert de deux courbes tangentes. Lorsque plusieurs solutions existent, la plus proche du pointage est validée. Pour chaque courbe tangentée, le logiciel demande quelle partie doit être conservée, l'autre partie étant effacée. Pour conserver les deux parties, il suffit de fermer la petite fenêtre avec Echap.



Rayons trace un faisceau de lignes radiales défini par deux cercles intérieur et extérieur à pointer, plus un angle d'ouverture. Clic droit de la souris pour figer la construction en cours de route.

Engrenage/Crémaillère construit une roue ou un axe denté, avec pas et denture paramétrables. Dans le cas d'un engrenage, un cercle coaxial vient compléter la construction. Attention, les profils proposés sont de simples polylignes et non des développements de courbes cycloïdes.

Epicycloïde calcule et trace une épicycloïde à définir, à partir d'un cercle de développement moyen à pointer. La figure en l'état pourra être agrandie ou rétrécie ensuite par simple sélection.

Rosace construit une courbe de rosace à définir, inscrite et orientée dans le cercle à pointer.

Spirale dessine une spirale dont le nombre de tours est à définir, par pointage de ses cercles intérieur et extérieur. Clic droit de la souris pour figer la spirale au premier cercle.

Texte

Les icones liées aux fonctions de texte sont peu nombreuses et incluent, outre la création de texte, la manipulation des lettres et l'édition. On se reportera au menu "Texte" pour le style et les fonctions avancées, ainsi qu'à l'argument "**AutoText**" de la ligne de commande, pour des remises à jour automatiques sur le dessin (voir le chapitre consacré aux considérations techniques, en fin de manuel).

Important : un texte droit ou écrit le long d'un tracé conserve ses propriétés intrinsèques tant qu'il ne lui est pas appliqué une torture géométrique. Vous pouvez donc modifier son style ou son contenu *a posteriori*.

Bloc de texte crée un paragraphe délimité par un rectangle et intégrant un texte à saisir, selon les paramètres de style courants. Il est possible d'écrire verticalement ou de façon inversée en réglant le paramètre *ad hoc* de la boîte de saisie du texte.

Texte sur tracé crée un texte sans paragraphe qui suit le parcours de l'objet sélectionné. Le texte est écrit du point de départ vers le point d'arrivée du tracé de support qui représente la "ligne de flottaison". Le tracé de support reste mémorisé même s'il est ensuite modifié ou effacé.

Manipulation de lettres permet de sélectionner une par une les lettres du texte lui-même déjà sélectionné, par exemple pour les repositionner les unes par rapport aux autres avec les flèches ← → du clavier. On passe d'une lettre à l'autre avec ⇆ (suivante) et ⇧ ⇆ (précédente). Attention, les modifications manuelles ainsi réalisées sont perdues en cas de changement de style ou du contenu. *Nota :* le **bouton droit de la souris** sur un texte permet directement de manipuler cette lettre.

Edition envoie une fenêtre d'édition et mise en forme pour modifier le texte sélectionné et sa disposition en bloc. Le fait de double-cliquer sur le texte fait de même.

Texte auto-incrémental permet d'écrire un texte qui pourra être incrémenté automatiquement lors de l'usinage, unique ou en série. Au lancement de l'usinage, tous les textes auto-incrémentaux sont passés en revue pour mise à jour par l'utilisateur. Un texte normal déjà écrit et sélectionné peut être rendu auto-incrémental *a posteriori*, à l'aide de cette icone.

Sélections

La série d'icones de sélection couvre un domaine bien plus étendu que la simple mise en exergue d'objets, points et segments, en proposant des fonctions d'édition liées au objets sélectionnés.

Sélection d'objets fait repasser du mode dessin au mode sélection qui est le mode par défaut (le curseur de pointage redevient une flèche). La touche Echap fait de même pour revenir du dessin actif à la sélection. Si un objet vient tout juste d'être dessiné, le clic sur cette icone le sélectionne de façon automatique. De même, si un seul objet est sélectionnable lorsqu'on clique sur cette icone, il est sélectionné.

Tout sélectionner sélectionne ensemble tous les objets de la couche active qui sont accessibles (non verrouillés). *Astuce :* accompagnée de la touche Ctrl, cette icone sélectionne tous les objets du dessin, y compris ceux présents sur les couches d'arrière-plan.

Sélection des profondeurs identiques sélectionne les objets ayant la profondeur par défaut ou identiques à la sélection actuelle. Voir aussi les palettes de cotation rapides avec double-clic droit de la souris.

Sélection par filtrage sélectionne les objets selon leurs données d'usinage ou certaines caractéristiques graphiques.

Echange des objets rouge et bleu fait passer les objets sélectionnés en rouge à la sélection en bleu, et réciproquement. A noter qu'appuyer sur la touche Ctrl tout en pointant sélectionne directement en bleu. Les sélections en bleu servent de référence annexe à la sélection principale, par exemple pour dupliquer un objet sélectionné en rouge le long d'un tracé sélectionné en bleu.

Verrouillage empêche la sélection ultérieure des objets actuellement sélectionnés en rouge. La combinaison ⇧ + 🔒 fait de même.

Sélection d'un groupe de points permet de manipuler ensemble une partie des points appartenant à différents objets. Voir le chapitre "Techniques avancées de dessin" pour les déplacements et étirements d'un groupe de points.

Association groupe les objets actuellement sélectionnés en rouge pour une sélection simultanée de tous dans le futur. Si les objets sélectionnés sont déjà tous associés, Galaad propose alors de les dissocier sans passer par le menu "Edition". Voir le chapitre "Techniques avancées de dessin" pour une description plus détaillée de cette icone et des suivantes.

Protection empêche l'effacement et toute modification de forme des objets actuellement sélectionnés en rouge. Si les objets sélectionnés sont déjà tous protégés, Galaad propose alors de les déprotéger sans passer par le menu "Edition".

Ancrage absolu fixe la position des objets actuellement sélectionnés en rouge, interdisant tout déplacement futur, sauf étirement. Si les objets sélectionnés sont déjà tous ancrés de façon absolue, Galaad propose alors de les désancrer sans passer par le menu "Edition".

Ancrage relatif lie entre elles les positions des objets actuellement sélectionnés en rouge, pour un déplacement simultanés de tous. Si les objets sélectionnés sont déjà tous ancrés de façon relative, Galaad propose alors de les désancrer sans passer par le menu "Edition".

Copier position & dimensions "aspire" les cotes de l'objet sélectionné, c'est-à-dire ses position et dimensions, pour les restituer ensuite à un autre (icone ci-dessous).

Coller position & dimensions restitue sur l'objet sélectionné les cotes préalablement "aspirées" avec l'icone ci-dessus.

Croix fixe rouge pointe un repère fixe pouvant servir de référence pour le dessin et l'origine pièce. Cette croix est placée directement sur la planche et n'est liée à aucun objet dessiné.

Sélection d'un segment rouge force la sélection d'un segment rouge, y compris sur les objets à édition géométrique. Le clic droit de la souris sur un segment sélectionne directement ce segment sans passer par cette icone (sauf si l'objet tout entier est réactif au clic droit).

Sélection d'un segment bleu fait la même chose que l'icone précédente pour un segment bleu. Le clic droit de la souris sur un segment,

tout en maintenant la touche Ctrl enfoncée, sélectionne directement ce segment sans passer par cette icone (sauf si l'objet est réactif au clic droit).

Echange des couleurs de segments fait passer les segments sélectionnés en rouge à la sélection bleue, et réciproquement.

Inversion du segment rouge change le sens du segment sélectionné en rouge sans modifier le parcours de l'objet qui le supporte.

Inversion du segment bleu change le sens du segment sélectionné en bleu sans modifier le parcours de l'objet qui le supporte.

Croix fixe bleue fait la même chose que l'icone de croix rouge, avec cette fois une deuxième croix indépendante de couleur bleue, pouvant servir pour le dessin ou l'origine pièce, par exemple une double origine d'ajustage.

Sélection d'un point rouge force la sélection d'un point rouge, y compris sur les objets à édition géométrique (arcs et courbes). Le clic droit de la souris sur un sommet de polygone ou un point isolé sélectionne directement ce sommet ou point sans passer par cette icone (sauf si l'objet tout entier est réactif au clic droit).

Sélection d'un point bleu fait la même chose que l'icone précédente pour un point bleu. Le clic droit de la souris sur un sommet de polygone ou un point isolé, tout en maintenant la touche Ctrl enfoncée, sélectionne directement ce sommet ou point sans passer par cette icone (sauf si l'objet tout entier est réactif au clic droit).

Echange des couleurs de points fait passer les points sélectionnés en rouge à la sélection bleue, et réciproquement.

Echange point / segment rouge fait passer une sélection de point rouge à une sélection de segment rouge, et réciproquement.

Echange point / segment bleu fait la même chose que l'icone précédente pour les point et segment sélectionnés en bleu.

Effets spéciaux

Les icones d'effets spéciaux donnent libre cours à la torture des objets sélectionnés en rouge (et ceux-ci seulement). Les modifications vont du simple positionnement 2D à la torsion 3D en passant par des rotations et projections diverses. Attention, si la torture appliquée est déformante, certains objets perdent alors leurs propriétés géométriques (arcs, courbes, textes).

Déplacement cartésien déplace les objets sélectionnés en rouge d'une valeur à définir pour chaque axe.

Déplacement polaire déplace les objets sélectionnés selon une distance et un angle à définir.

Centrage X positionne les objets sélectionnés de part et d'autre d'un axe de centrage vertical. Voir aussi la fonction "Dessin / Alignement & centrage" qui permet d'utiliser des références sur le dessin. A noter que le clic sur cette icone tout en appuyant sur la touche Ctrl fait un centrage automatique de la sélection sur le centre X de la planche.

Centrage Y positionne les objets sélectionnés de part et d'autre d'un axe de centrage horizontal. Le clic sur cette icone tout en appuyant sur la touche Ctrl fait un centrage automatique de la sélection sur le centre Y de la planche.

Centrage XY fait la même chose que les deux icones précédentes simultanément, pour un centrage complet. Le clic sur cette icone tout en appuyant sur la touche Ctrl fait un centrage automatique de la sélection sur le centre XY de la planche.

Inversion horizontale retourne horizontalement les objets sélectionnés, sans changer la position ni les dimensions du cadre.

Inversion verticale fait la même chose que l'icone précédente pour un retournement vertical.

Inversion X/Y échange les coordonnées X et Y des objets sélectionnés, sans changer la position d'origine du cadre (coin sud-ouest).

Rotation de 90° fait pivoter les objets sélectionnés d'un quart de tour, sans changer la position d'origine du cadre (coin sud-ouest).

Rotation fait pivoter les objets sélectionnés autour du centre de symétrie du cadre. *Très important :* la touche Entrée permet de coter un angle ou de changer de point pivot sans mettre fin à l'opération.

Petit gadget : accompagnée de la touche Ctrl, l'icone de rotation anime le dessin en faisant tourner en continu les objets sélectionnés en rouge (sens trigo) et en bleu (sens horaire). La vitesse de rotation de chaque objet est proportionnelle à sa profondeur, 1 mm correspondant à 45 °/s. Chaque objet tourne autour de son propre centre de symétrie, sauf s'il est associé à d'autres objets, auquel cas il tourne autour du centre de symétrie du groupe. La touche Echap met fin à l'animation. Cette fonction peut simuler la rotation d'un jeu de poulies ou d'engrenages, mais elle ne vérifie pas la validité des vitesses.

Inclinaison fait pencher en italique les objets sélectionnés, de part et d'autre de l'axe de symétrie verticale du cadre. La touche Entrée permet de coter un angle précis.

Enroulement tord les objets sélectionnés le long d'un double cercle. L'opération se fait en plusieurs étapes : pointage du centre d'enroulement, pointage des rayons interne et externe, pointage de l'angle d'ouverture (bouton droit de la souris pour terminer), et enfin pointage de l'orientation.

Point de fuite rétrécit partiellement les objets sélectionnés de façon à suivre deux axes de lignes fuyantes.

Perspective projette visuellement les objets sélectionnés sur un plan de fuite avec rétrécissement selon l'éloignement visuel.

Panorama projette les objets sélectionnés sur un plan visuel circulaire, par étirement progressif des bords latéraux.

Torsion force les objets sélectionnés en rouge à suivre les variations de tracé Y de l'objet sélectionné en bleu. Le tracé en bleu doit occuper sur la planche à dessin un espace horizontal X au moins aussi large que le tracé rouge à modifier. Sa position Y n'a pas d'importance. Ceci vaut aussi pour les trois icones suivantes.

Etirement force les objets sélectionnés en rouge à se dilater selon les variations de tracé Y de l'objet sélectionné en bleu.

Rétrécissement force les objets sélectionnés en rouge à se contracter selon les variations de tracé Y de l'objet sélectionné en bleu.

Torsion 3D force les objets sélectionnés à changer de profondeur selon les variations Y de l'objet sélectionné en bleu. Le tracé XY de celui-ci devient alors la référence XZ pour la déformation. L'apparence ne change pas sur la vue à plat XY.

Projection cylindrique fait une projection visuelle 2D sur un cylindre des objets sélectionnés. Attention, cette icone et les deux suivantes n'opèrent pas des déformations 3D mais de simples projections pour un effet artistique.

Projection conique fait une projection visuelle 2D sur un cône des objets sélectionnés.

Projection sphérique fait une projection visuelle 2D sur une sphère des objets sélectionnés.

☐ Données d'usinage

La petite série des icones d'usinage est focalisée sur la première d'entre elles qui sera très utilisée. Les icones sous-jacentes relèvent plus du domaine du gadget annexe, même si elles peuvent parfois s'avérer pratiques. Voyez aussi les palettes de cotation rapide pour transposer rapidement des profondeurs, vitesses ou numéros d'outils.

Données d'usinage donne accès à la profondeur, la vitesse d'avance et l'outil d'usinage. Si des objets sont sélectionnés, les valeurs s'appliquent à ces objets, ou sinon à la suite du dessin.

Tracé permet de définir une couleur et une épaisseur de trait par défaut ou pour les objets sélectionnés. Ceci n'est évidemment utile que pour l'affichage à l'écran et la sortie imprimante.

Copier données d'usinage "aspire" les valeurs d'usinage de l'objet sélectionné, pour ensuite les restituer à un autre.

Coller données d'usinage restitue sur l'objet sélectionné les valeurs d'usinage préalablement aspirées avec l'icone précédente.

❑ Zoom

Les icones de zoom permettent de changer la vue d'ensemble sans toucher aux objets dessinés. Les vues successives sont mémorisées et donc tous les changements de vue annulables, ceci indépendamment de la fonction annuler/refaire qui ne concerne que les changements intervenus dans le dessin lui-même. On n'oubliera pas qu'un **zoom "au vol"** peut être effectué autour du pointeur de la souris en appuyant sur la touche ⏬ (ou PgDn) et inversement revenir en arrière avec ⏫ (ou PgUp) sans quitter la fonction de dessin ou de manipulation en cours. Si votre souris est équipée d'une roulette centrale, ce qui est vraiment recommandé, celle-ci a la même fonction de zoom au vol.

Zoom avant fait un agrandissement de la zone à délimiter. Le pointage de la zone doit se faire en gardant le bouton de la souris enfoncé (clic-déplacement-relâchement). Si vous cliquez et relâchez le bouton au même endroit, alors le zoom se fait autour de ce point, d'un facteur 2.

Vue globale annule le zoom courant et revient à la vue d'ensemble de la planche à dessin.

Zoom temporaire fait un agrandissement provisoire qui sera annulé dès le prochain clic de souris (sauf bouton droit). Ceci sert à faire des inspections visuelles successives ici et là.

Zoom sur sélection fait un agrandissement cadré automatiquement sur les objets sélectionnés.

Zoom sur extrémités fait un agrandissement des extrémités de l'objet sélectionné, pour vérifier qu'il est bien ouvert ou fermé.

Vue précédente annule la dernière opération de zoom quel qu'en ait été le sens. Il y a quatre niveaux d'annulation de zoom, ces annulations

étant indépendantes de la fonction "Edition / Annuler".

Vue suivante refait la dernière opération de zoom annulée par l'icone précédente.

Demi-zoom arrière élargit le champ de vision d'un facteur 2 (les objets visibles sont réduits).

Déplacement de la fenêtre visuelle fait glisser la vue lorsque la souris est déplacée avec son bouton gauche maintenu enfoncé. Cette fonction n'a aucun intérêt si vous disposez d'une souris à trois boutons, ou deux boutons et roulette : **le clic avec le bouton central (ou la roulette) déplace la fenêtre visuelle** sans quitter la fonction de dessin en cours.

❑ Cotes visuelles

Accessibles avec cette dernière série d'icônes, les cotes visuelles n'ont aucun rapport avec l'usinage, mais constituent un petit apport dans le domaine du dessin technique. En effet, vous pouvez grâce à elles ajouter des indications numériques sur votre dessin. **Les cotes visuelles sont dynamiques**, c'est à dire qu'elles sont remises à jour automatiquement lors des changements opérés sur le dessin. Par contre, elles ne sont pas interactives : on ne peut pas éditer la valeur d'une cote pour changer la position ou les dimensions des objets dessinés. Le style graphique des cotes et de leurs lignes de rappel sont réglables à l'aide de la fonction "Paramètres / Cotes visuelles". Les commandes "Affichage / Cotes visuelles" pourront aussi vous aider.

Indication manuelle sert à placer une flèche avec un commentaire libre quelque part sur la planche, sans lien avec un objet existant. Même si tous les objets dessinés sont effacés, cette cote reste en place. Le texte ne peut pas excéder 80 caractères. La direction et la longueur de la flèche sont réglables, et modifiables *a posteriori* (voir plus loin l'icone de modification des cotes visuelles).

Position XY permet d'afficher une double cote fléchée de position sur un point à indiquer. Les points éligibles sont illuminés en vert à l'approche de la souris.

Intersection ajoute une cote de position sur le point d'intersection de deux segments. L'opération se fait en un seul pointage direct sur l'intersection, ce qui illumine en vert les deux segments concernés. Si, au cours de manipulations ultérieures, les deux segments en viennent à ne plus se croiser, la cote est supprimée.

Abscisse place, sur un point à indiquer, une ligne verticale de cote avec indication de la coordonnée correspondante.

Ordonnée place, sur un point à indiquer, une ligne horizontale de cote avec indication de la coordonnée correspondante.

Distance horizontale sert à placer une cote entre deux points à indiquer, avec indication de la distance entre leurs abscisses.

Distance verticale sert à placer une cote entre deux points à indiquer, avec indication de la distance entre leurs ordonnées.

Distance entre points sert à placer une cote entre deux points à indiquer, avec indication de la distance entre eux.

Distance point-segment affiche une double flèche de cotation de distance entre un point et un segment à indiquer.

Cote intérieure entre segments affiche une double flèche de cotation de distance entre deux segments parallèles.

Cote extérieure entre segments fait la même chose que précédemment, mais avec la cote placée à l'extérieur des segments.

Angle d'inclinaison sert à placer sur un segment une cote fléchée donnant son inclinaison par rapport à l'horizontale. La cote conserve l'orientation indiquée même si l'angle change.

Angle intérieur entre segments place une cote angulaire entre deux segments à indiquer.

Angle extérieur entre segments fait la même chose que précédemment, avec la cote placée à l'extérieur des segments.

Centre d'arc affiche la position du centre d'un arc de cercle ou d'ellipse à sélectionner.

Rayon sert à placer une flèche de cotation entre le centre d'un arc et sa circonférence. L'orientation de la flèche est indépendante de l'arc.

Diamètre intérieur 1 place une cote de diamètre sur un cercle, une ellipse ou un arc, avec flèches à l'intérieur. L'angle d'ouverture de l'arc n'a pas d'incidence sur la cote dont la ligne de rappel peut très bien se trouver dans le vide.

Diamètre intérieur 2 fait la même chose que précédemment, mais avec les flèches à l'extérieur.

Diamètre extérieur affiche une flèche de cote de diamètre pointant la circonférence d'un arc.

Repositionnement sert à réarranger une cote visuelle précédemment placée sur le dessin, sans changer ce à quoi elle se réfère. Si la cote est affichée sous forme d'une flèche brisée, la boîte de dialogue de fléchage est rappelée. Sinon, la fonction de positionnement est relancée.

Effacement supprime une cote visuelle à pointer. Voir aussi la fonction "Affichage / Cotes visuelles / Effacer toutes".

11

01011

FONCTIONS DES MENUS

Les commandes décrites ci-après forment la liste exhaustive de tout ce qui apparaît dans les menus de Galaad. Mais, ces commandes étant bien trop nombreuses pour s'appesantir sur chacune, les quelques lignes d'explications données restent quelque peu succinctes et ne servent qu'à donner une direction générale. Pour bien comprendre le fonctionnement d'une commande, le mieux est comme d'habitude de l'essayer après une courte prière.

Dans les descriptions qui suivent, lorsqu'une fonction est accessible par une icone de raccourci dans la barre de commande située en haut juste sous les menus, cette icone est indiquée en tête.

Menu "Fichier"

Fichier / Nouveau initialise une nouvelle planche vierge de tout dessin et en demande immédiatement les dimensions brutes puis les données d'usinage par défaut (profondeur, vitesse, outil). Vous pouvez régler les valeurs affichées par défaut avec "Paramètres / Nouveau fichier". Le fait d'appuyer simultanément sur les touches Ctrl et ⇧ lorsqu'on appelle la commande ou son icone correspondante ouvre un nouveau dessin avec les mêmes dimensions et données d'usinage que celui en cours. Les boîtes de dialogue n'apparaissent alors pas.

Fichier / Ouvrir charge un dessin au format Galaad précédemment enregistré sur le disque. Le dossier par défaut est le dernier auquel on a accédé, en ouverture ou en enregistrement.

Fichier / Galerie affiche l'ensemble des fichiers présents dans un dossier donné et permet de l'ouvrir à l'aide d'un double-clic.

Fichier / Enregistrer enregistre le dessin courant sur le disque. S'il n'a pas encore reçu de nom, celui-ci est alors demandé.

Fichier / Enregistrer sous enregistre le dessin courant sur le disque après avoir remplacé son nom par un autre.

Fichier / Nouveau dossier crée un nouveau dossier pour ranger des dessins, dans le sous-répertoire "**Fichiers**" du répertoire d'installation.

Fichier / Fusionner avec ouvre un fichier existant et ajoute son contenu au dessin courant. Les coordonnées du fichier ajouté peuvent être décalées.

Fichier / Réseau / Ouvrir un fichier public charge un dessin depuis le sous-répertoire "Public" du poste principal, dans le dossier correspondant au groupe de travail (s'il a été défini). Voir le chapitre consacré à l'utilisation en réseau pour plus de détails.

Fichier / Réseau / Enregistrer comme fichier public enregistre le dessin courant dans le sous-répertoire "Public" du poste principal, dans le dossier correspondant au groupe de travail (s'il a été défini).

Fichier / Transfert rapide / Envoyer le dessin enregistre le dessin sur un disque amovible, sans lui demander de nom, afin de le récupérer rapidement sur un autre poste de travail. Un seul fichier à la fois peut être transmis ; l'envoi suivant écrase le fichier précédent. Cette fonction facilite le travail si vous avez un poste de dessin et un poste d'usinage non connectés.

Fichier / Transfert rapide / Envoyer le magasin d'outils enregistre le magasin d'outils sur le disque amovible, afin de le récupérer sur un autre poste de travail.

Fichier / Transfert rapide / Recevoir le dessin charge directement le dessin qui a été envoyé sur le disque amovible. Le nom du fichier n'est pas transmis, puisque son emplacement risque de ne pas correspondre à l'arborescence locale.

Fichier / Transfert rapide / Recevoir le magasin d'outils remplace le magasin d'outils courant par celui qui a été envoyé sur le disque amovible.

Fichier / Dimensions brutes envoie la boîte de dialogue de réglage des dimensions globales de la pièce dessinée. Si le dessin a commencé, vous ne pouvez pas spécifier des dimensions plus petites que ce qui est déjà dessiné.

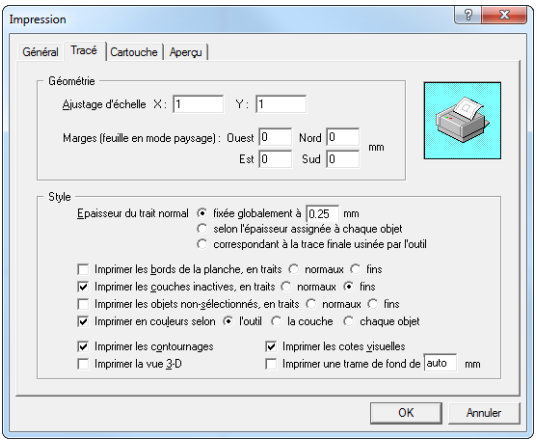
Fichier / Echelle globale change simultanément les dimensions de la pièce brute et de son dessin. L'apparence à l'écran ne varie donc pas, hormis les graduations des réglettes.

Fichier / Annotation permet d'ajouter un commentaire neutre associé à la planche à dessin. Ce commentaire peut être affiché en haut du dessin (voir la

fonction "Affichage / Annotation globale").

Fichier / Temps passé indique le temps passé à dessiner (on retrouve le compteur en bas à gauche de la fenêtre de dessin) et permet de figer le compteur jusqu'à nouvel ordre. Chaque nouvelle opération sur le dessin relance le compteur pour trois minutes (durée réglable dans "Paramètres / Environnement de travail / Fonctions avancées).

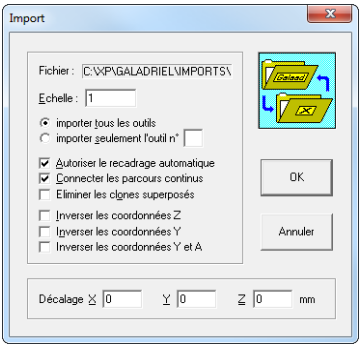
Fichier / Imprimer définit les paramètres d'impression et lance le processus de sélection de l'imprimante. Si l'échelle d'impression n'est pas spécifiée (case "Echelle" non cochée), Galaad cherchera à occuper tout l'espace disponible sur le papier. Les autres paramètres d'impression restent mémorisés, y compris les informations générales d'identification.


Impression
Général
Tracé
Cartouche
Aperçu
Géométrie
Ajustage d'échelle X: 1 Y: 1
Marges (feuille en mode paysage) : Ouest 0 Nord 0 mm
Est 0 Sud 0
Style
Epaisseur du trait normal fixée globalement à 0.25 mm
selon l'épaisseur assignée à chaque objet
correspondant à la trace finale usinée par l'outil
Imprimer les bords de la planche, en traits normaux fins
Imprimer les couches inactives, en traits normaux fins
Imprimer les objets non-sélectionnés, en traits normaux fins
Imprimer en couleurs selon l'outil la couche chaque objet
Imprimer les contournages
Imprimer la vue 3-D
Imprimer les cotes visuelles
Imprimer une trame de fond de auto mm
OK
Annuler

Le paramétrage précis de l'impression se fait dans l'onglet "Tracé". Vous pouvez y ajuster les échelles X et Y, propre à votre imprimante, afin d'obtenir des cotes précises sur le papier. D'autres paramètres assez nombreux vous permettent en outre de définir le style de tracé propre à chaque objet du dessin, ou bien d'imprimer la vue 3D.

Un cartouche d'impression peut être prédéfini dans l'onglet "Cartouche" de la boîte de dialogue d'impression, cartouche qui sera accolé au coin sud-est de la page et reprendra les textes d'identification de l'onglet "Général" pour les positionner aux endroits *ad hoc* (titre, date, référence, *etc.*) avec le style choisi pour chacun. Le cartouche doit être dessiné séparément sous format vectoriel Windows *Enhanced Meta-File* (EMF) ou image *bitmap* (BMP). Vous pouvez donc ajouter votre logo ou toute information invariante. Galaad ajustera ce dessin par étirement ou contraction pour le faire entrer dans les dimensions de cartouche spécifiées. Les positions XY des textes d'identification sont relatives au coin nord-ouest du cartouche. Même en vérifiant avec l'onglet "Aperçu", vous allez sans doute gâcher un peu de papier avant que ce soit parfait.

Fichier / Importer charge un **dessin vectoriel** 2D, 2D½ ou 3D enregistré par un autre logiciel sous un format d'échange standard. Ce dessin peut comprendre des points, lignes, arcs, courbes, *etc.* mais **ni images ni surfaces 3D** qui ne sont pas importables.



Après la sélection du fichier, une boîte de dialogue permet de régler une échelle d'import qui restera mémorisée pour le format utilisé. Vous pouvez importer la totalité du fichier ou filtrer un outil en particulier, la notion d'outil se substituant aux couleurs du dessin pour les formats de dessin classique. Le système de coordonnées d'un fichier importé ne correspondant pas toujours à celui de Galaad qui ne permet pas les négatives, vous pouvez demander un recadrage automatique positionnant le dessin au mieux dans la planche, mais faisant perdre les positions absolues si vous avez besoin d'ajuster des imports successifs. Vous pouvez aussi ajouter des décalages aux coordonnées entrantes, afin de repositionner le fichier de façon précise. Les segments ou trajectoires isolés peuvent être reconnectés afin d'obtenir des parcours continus. Enfin, vous pouvez éliminer les superpositions qui ne se voient pas à l'écran mais causent d'inutiles redondances lors de l'usinage. A noter que certains formats spécialisés utilisent un autre jeu de paramètres.

L'import d'un fichier vient s'ajouter au dessin existant sans remplacer ce qui existe déjà sur la planche, et le dessin importé est automatiquement sélectionné. Galaad propose un assez grand nombre de formats d'import/export, qui devrait faciliter les opérations de transfert dans un sens comme dans l'autre. Si vous n'arrivez pas à récupérer un fichier sous un format donné, le mieux est d'essayer avec un autre. Les formats disponibles en import sont les suivants :

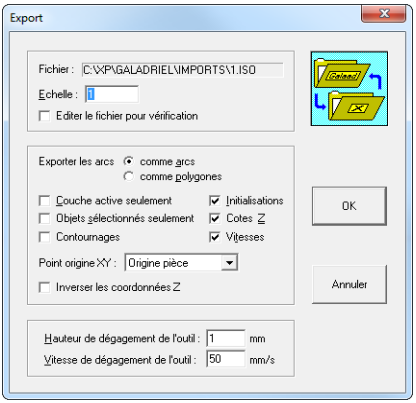
- **HPGL / PLT** est un format autrefois dédié aux **tables traçantes HP** et qui s'est imposé comme un standard 2D vectoriel de base. Galaad est compatible avec les extensions 2D½ pour profondeurs Z et vitesses de perçage, utilisées notamment par les tables GravoGraph ou Roland DG.
- **PS HPGL** est un dérivé de HPGL intègrant les coordonnées Z pour des parcours 3D. Il est utilisé principalement par les machines à graver Roland.
- **DXF texte** est le format d'échange **AutoCad**, très utilisé en dessin vectoriel et un quasi-standard dans les logiciels de CAO. Le DXF peut contenir des informations surfaciques qui n'ont pas d'objet dans un dessin Galaad. Celui-ci ne récupérera en effet que les tracés vectoriels (lignes, arcs, courbes, *etc.*). A

noter aussi que les versions successives du format DXF ont des différences assez notables. Dans certains cas, Galaad peut donc lire plus facilement une version DXF qu'une autre. Le mieux est encore d'essayer.
- **DXF converti** est une variante du précédent, à utiliser lorsque celui-ci fait défaut. Son analyseur est plus lent pour les gros fichiers.
- **DWG** est le format natif du logiciel **AutoCad**, récupérable directement par Galaad.
- **NCP** est un format 3D propriétaire Isel-Automation pour les pilotes d'usinage *Remote*. Ce format est spécifique pour les machines Isel.
- **WMF** est l'ancien format 2D *Windows Meta-File* 16 bits et ne devrait plus guère être employé. Ses possibilités de codage sont assez limitées.
- **EMF** est le format 2D **Windows** *Enhanced Meta-File* qui permet les dessins vectoriels 2D simples avec couleurs et épaisseurs de traits, le tout avec une précision assez relative, plutôt graphique que technique. Galaad n'importe pas les images encapsulées dans les fichiers EMF.
- **EPS** est le format 2D **Adobe PostScript** encapsulé basé sur les lignes droites et les courbes de Bézier, dédié aux imprimantes, logiciels et autres systèmes graphiques. Un fichier EPS peut aussi contenir des images *bitmap* et des définitions de polices que Galaad ne pourra pas reprendre.
- **Code G / ISO** est le format standard des fichiers destinés aux machines à commande numérique. Dans le module de dessin, Galaad ne reprendra que les fichiers 2D½ ou 3D avec coordonnées **XYZ** ou **XAZ**.
- **Code G / NUM** est une variante du codage ISO qui encode les arcs avec des coordonnées de centre IJ absolues. Si votre import ISO fait apparaître des arcs fantaisistes, utilisez l'autre format parmi ces deux-là.
- **Code G / Tournage** est une autre variante de tournage 2 axes qui utilise les coordonnées XZ au lieu de YZ, mais pour un import dans un dessin XY.
- **NCI** est le format d'échange 2D½ et 3D du logiciel **MasterCam** destiné aux pilotes de commandes numériques.
- **ACL** est un format 3D vectoriel produit par le logiciel **MecSoft VisualMill**, destiné aux post-processeurs.
- **EXL** est le format des machines **Excellon-Automation** dédiées aux perçages de circuits imprimés. Ce format ne contient donc que des coordonnées XY de points de perçage avec des références d'outils. Deux variantes de ce format existent, selon le cadrage des données avec ou sans zéros à droite. Si votre import donne un résultat fantaisiste avec l'un, essayez l'autre.
- **GRB** est le format des machines **Gerber Scientific Instruments** dédié à l'insolation de circuits imprimés par flashage. Dans le module de dessin, Galaad ne récupère que les coordonnées XY sans tenir compte des formes et épaisseurs de diaphragmes. Voyez le module annexe Percival pour les travaux

sur circuits imprimés. Celui-là récupère les fichiers Gerber en entier et tient compte de ses spécificités.
- **UIUC** est le format de la base de données de profils aérodynamiques **Airfoil Coordinate Database** (fichiers DAT) définie par l'Université d'Illinois à Urbana-Champaign.
- **OMA** est le format 2D polaire des machines **Essilor** de découpe de verres par meulage. Deux variantes existent de ce format, en mode 400 ou 800 points, ou en coordonnées polaires complètes OMA-3.
- **DIS** est un format de maillage 3D cartésien utilisé par l'**Institut Géographique National** pour les relevés cartographiques de terrains entre deux altitudes de référence.
- **DEM** est le format 3D des maillages topographiques cartésiens de reliefs reconstitués à partir de photos satellite par le système stéréographique ISTAR.
- **MNT** est un format 3D de relevés topographiques **IGN** par nuages de points avec coordonnées XYZ en projection Lambert. Galaad peut reconstituer un maillage non cartésien à partir de ces points.
- **TXT** est un filtre pour importer des fichiers de coordonnées en format texte décimal chaque ligne correspondant à un point isolé ou un sommet de polyligne. Les séparateurs de coordonnées et de lignes sont paramétrables.

Fichier / Exporter enregistre le dessin courant sous un format vectoriel standard, pour récupération ultérieure par un autre logiciel de dessin. A noter que seuls les objets dessinés sont exportés. Les cotes visuelles et l'image de fond ne sont pas exportables.

Après le choix du fichier et de son dossier, l'export donne la possibilité de régler quelques paramètres. L'échelle sera mémorisée pour le format choisi, indépendamment de celle d'import. Les arcs pourront être générés comme tels ou comme simples polylignes. Les autres options sont assez explicites et ne nécessitent pas un long discours. Pour les formats orientés fraisage, il est possible de régler la hauteur de dégagement et la vitesse de l'outil relevé.



La plupart des formats d'import sont aussi disponibles pour l'export, à l'exception de quelques formats géographiques spécialisés. Il est inutile de

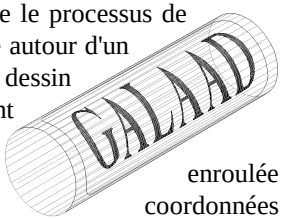
lister à nouveau ces formats ; référez-vous à ce qui a été exposé précédemment pour la fonction d'import. Outre ceux-ci, Galaad propose les formats d'export suivants :
- **KYN** est le format texte des fichiers de programmation du module **Kynon**, ce qui vous permet de créer un parcours programmé depuis le module de dessin Galaad. Seules les commandes de mouvement seront exportées.
- **CM3** est le format des machines de gravure **Roland DG** CAMM-3 ou MDX, qui accepte les interpolations 3D.
- **EGX** est le format des machines de gravure **Roland DG** Modela EGX, qui accepte les interpolations 3D.
- **SML** est le format de données des machines **Suregrave**.
- **CBR** est le format de données des machines **Colinbus**.
- **XYA** (code G de révolution cylindrique) permet de produire un maillage de révolution avec transmutation d'un profil sélectionné en rouge vers un profil sélectionné en bleu. L'axe de révolution est le bas de la planche (coordonnée Y=0). Il est possible de faire plusieurs révolutions, avec un décalage progressif X, par exemple pour produire une vis.
- **STL** permet d'exporter les facettes surfaciques d'un maillage 3D cartésien dessiné avec les fonctions de maillage de Galaad.
- **C** est un format texte qui reprend les instructions MoveTo/LineTo d'un langage de programmation basé sur la syntaxe du **langage C**, qu'il est assez facile de transcoder pour un autre langage.
- **Post-processeur** est le format personnalisé défini par l'utilisateur dans la grosse boîte de dialogue "Paramètres / Post-processeur". A peu près toutes les syntaxes et tous les systèmes de coordonnées sont permis.
- **BMP** est le format **image *bitmap*** standard de Windows, pour une sortie non vectorielle du dessin.

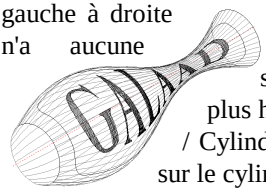
Fichier / Quitter Galaad enregistre l'environnement de travail, dessin compris, et referme l'application.

❑ Menu "Usinage"

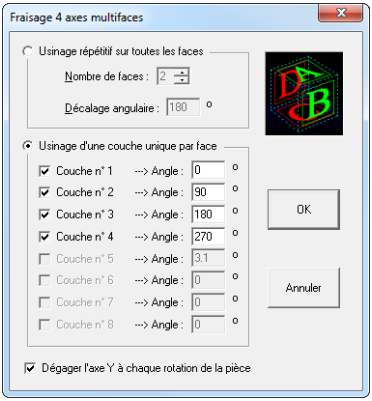
Usinage / Fraisage standard 3 axes lance le processus de fraisage du dessin courant (en fait sur 2 axes XY ou 3 axes XYZ selon le type de machine), avec le module d'usinage ou le pilote externe. Il est inutile de revenir encore sur cette fonction déjà amplement commentée dans les chapitres précédents.

Usinage / Fraisage cylindrique 4 axes lance le processus de fraisage sur 4 axes du dessin courant, enroulé autour d'un cylindre droit ou déformé. Les coordonnées Y du dessin deviennent des coordonnées A, la planche étant transformée en cylindre. Si vous enroulez le cylindre sur 360°, la planche est complètement enroulée et les coordonnées en haut rejoignent les coordonnées en bas. La suggestion automatique de diamètre fait d'ailleurs coïncider la hauteur Y de la planche avec la circonférence résultante. *Très important :* il est possible d'utiliser un tracé sélectionné en bleu pour définir un profil global non cylindrique (les profondeurs Z varient alors selon ce tracé). Ce profil va de gauche à droite et ne doit pas opérer de rebroussement. Sa position n'a aucune importance, seule sa variation est prise en compte, sachant que le diamètre indiqué correspond au point le plus haut du tracé bleu. La commande "Affichage / Vue 3-D / Cylindrique" vous aide à visualiser la projection du dessin sur le cylindre.





Usinage / Fraisage multi-faces 4 axes lance le processus de fraisage sur 4 axes du dessin courant, celui-ci étant décomposé en plusieurs usinages normaux sur 3 axes XYZ avec chaque usinage piloté sur différentes positions de l'axe A. L'axe rotatif pivote d'une valeur angulaire à définir avant que le processus ne reprenne. Les usinages peuvent être identiques (usinage répétitif sur toutes les faces), ou bien correspondre aux différentes couches du dessin, chaque couche correspondant à une face unique.


Fraisage 4 axes multifaces
Usinage répétitif sur toutes les faces
Nombre de faces : 2
Décalage angulaire : 180 °
Usinage d'une couche unique par face
Couche n° 1 ---> Angle : 0 °
Couche n° 2 ---> Angle : 90 °
Couche n° 3 ---> Angle : 180 °
Couche n° 4 ---> Angle : 270 °
Couche n° 5 ---> Angle : 3.1 °
Couche n° 6 ---> Angle : 0 °
Couche n° 7 ---> Angle : 0 °
Couche n° 8 ---> Angle : 0 °
Dégager l'axe Y à chaque rotation de la pièce
OK
Annuler

Usinage / Simulation / … simule les trois processus de fraisage décrits précédemment. Les étapes sont identiques à l'usinage réel sauf que, dans le cas de la simulation, il n'y a ni dialogue avec la machine, ni chaînage à un éventuel pilote externe.

Usinage / Téléchargement lance le processus d'usinage normal pour un stockage dans la mémoire locale de la machine. Ceci revient à lancer l'usinage après avoir activé la case "Télécharger le parcours vers la mémoire de la machine" dans la page des "Options avancées" du module d'usinage, mais le lancement est automatique, sans intervention de l'utilisateur, la hauteur de retrait d'outil et l'origine pièce courante étant fixées ici. Il est bien évident que votre machine doit disposer des fonctions permettant la mise en mémoire du parcours d'usinage complet, et que la capacité de cette mémoire doit être suffisante.

Usinage / Pilotage manuel appelle la fenêtre de contrôle direct de la fraiseuse, sans processus automatique et donc sans relation avec le dessin. Outre le pilotage manuel des axes, cette fonction peut servir de test pour vérifier la bonne communication avec la machine ou pour jouer avec les entrées/sorties (voir aussi "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S").

Usinage / Surfaçage / Plateau martyr effectue une remise à plat de la table de travail de la fraiseuse en précisant les paramètres de la zone à couvrir (par défaut les dimensions actives de la machine) ainsi que le mode de surfaçage. La croix d'angle permet d'éviter l'arrondi de l'outil dans le coin qui servira d'origine XY pour le posage, les bords latéraux faisant butée de calage. Lors de la prise d'origine, il est impératif d'**effectuer manuellement l'approche du plateau** et valider la position d'affleurement avec "Z - ok".

Important : Après un surfaçage du plateau martyr, le calibrage Z des capteurs d'outil fixes est invalidé, puisque la référence a changé de position. Si vous avez un capteur d'outil fixe, vous devrez le calibrer à nouveau.

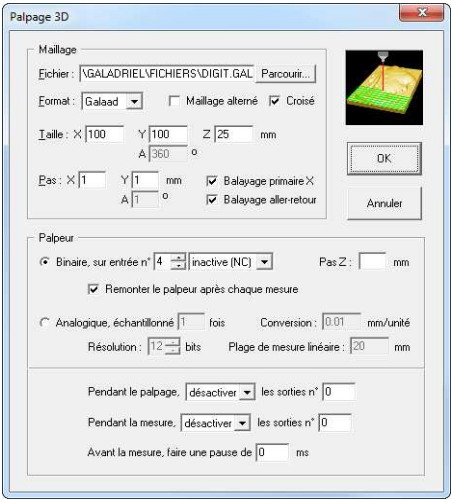
Usinage / Surfaçage / Pièce à usiner fait un surfaçage de la pièce dessinée. La prise d'origine Z se fait impérativement sur la surface brute.

Usinage / Surfaçage / Mise à l'épaisseur fait une rectification de l'épaisseur de la pièce dessinée. La prise d'origine Z se fait sur le plateau martyr qui sert de référence Z. La couche de matière à enlever doit être indiquée par excès. Elle permet de gérer les paliers et la hauteur de retrait de l'outil.

Usinage / Palpage / Surfacique appelle le processus de palpage 3D sur les 3 axes XYZ d'un volume cartésien. Ce palpage permet le *reverse engineering* ou acquisition d'une pièce existante afin de la reproduire. La fonction dans Galaad va créer un maillage à partir de relevés automatiques de points sur cette pièce. Le module de pilotage de la machine étant indépendant du module de dessin, il va créer un fichier contenant ce maillage, sous un format, une densité et des paramètres à définir.

Les caractéristiques techniques du palpeur définies ici resteront mémorisées. Deux types de palpeur peuvent être utilisés :

- Un capteur binaire, en général un contact tout-ou-rien relié à une entrée de la machine. Pour chaque point à acquérir, Galaad fait descendre l'axe Z rapidement jusqu'au contact avec la pièce, remonte ensuite lentement jusqu'au point de déclic, note la position Z puis remonte rapidement et déplace l'axe X ou Y vers le relevé suivant.
- Un capteur analogique, en général un laser de mesure, relié à l'entrée ADC de la machine. Il est nécessaire d'indiquer le facteur de conversion entre valeur analogique et unité de distance. Galaad se contentera de positionner le capteur au-dessus chaque point à mesurer, en ne faisant varier l'axe Z que pour maintenir le capteur dans sa plage de linéaire. Il est possible de sur-échantillonner la mesure afin d'éliminer le bruit. Il n'est pas possible d'effectuer des mesures au vol le long d'un mouvement X ou Y continu.


Palpage 3D
Maillage
Fichier : \GALADRIEL\FICHIERS\DIGIT.GAL
Parcourir...
Format : Galaad
Maillage alterné
Croisé
Taille : X 100 Y 100 Z 25 mm
A 360 °
Pas : X 1 Y 1 mm
A 1 °
Balayage primaire X
Balayage aller-retour
OK
Annuler
Palpeur
Binaire, sur entrée n° 4 inactive (NC)
Pas Z : mm
Remonter le palpeur après chaque mesure
Analogique, échantillonné 1 fois
Conversion : 0.01 mm/unité
Résolution : 12 bits
Plage de mesure linéaire : 20 mm
Pendant le palpage, désactiver les sorties n° 0
Pendant la mesure, désactiver les sorties n° 0
Avant la mesure, faire une pause de 0 ms

Une fois les paramètres validés, le processus est absolument identique à celui d'une prise d'origine pièce pour un usinage standard, à ceci près que la pièce est déjà usinée et que le capteur d'outil n'est pas utilisable. Vous devez régler le point origine du volume à palper, avec les boutons verts de validation des positions, la tige du palpeur devant affleurer la pièce ou le plateau à la place de l'outil (avec un capteur analogique, il suffit de descendre dans la plage linéaire). Lorsque l'origine est acquise, le processus se lance comme pour un usinage normal.

Usinage / Palpage / Cylindrique appelle le processus le palpage 3D XAZ automatique sur 4 axes d'un volume cylindrique. Ce processus est identique à celui utilisé pour un palpage surfacique, à ceci près que l'axe A remplace l'axe Y, donc avec une origine pièce qui se conforme à celle d'un processus d'usinage 4 axes. Mais le maillage ainsi créé sera déroulé à plat sur XYZ.

Usinage / Palpage / Manuel appelle le processus de palpage dans lequel chaque position est pilotée et validée manuellement. L'intérêt de cette fonction est d'acquérir point par point les données géométriques d'une forme à copier, placée sur la machine. Les trois entités palpables sont le point isolé, la polyligne par pointages successifs, et l'arc par 3 points. A noter que les coordonnées sont absolues, l'origine correspondant au zéro machine. Il suffit de recadrer globalement le résultat une fois le palpage terminé. Les nouveaux objets palpés venant s'ajouter au dessin, la digitalisation manuelle peut être effectuée en plusieurs fois.

Usinage / Compteurs affiche l'état des compteurs d'usinage et définit l'identité et l'activité de chacun. Ces compteurs servent à suivre les temps d'usinage cumulés pour tel ou tel chantier. Plusieurs compteurs peuvent tourner simultanément.

Usinage / Matériau définit le matériau composant la pièce brute. **Ceci sert uniquement au calcul des vitesses d'avance automatiques**. On peut pondérer ces vitesses selon chaque matériau avec la boîte de dialogue disponible via "Paramètres / Vitesses automatiques".

Usinage / Magasin d'outils appelle une fenêtre passive d'affichage des caractéristiques principales des outils définis dans le magasin et indique lesquels sont utilisés dans le dessin. Le bouton "Liste" fait une sortie texte de cette liste vers le fichier "GALAAD.TXT", imprimable à partir du bloc-notes Windows qui est appelé automatiquement.

Usinage / Outils récents rappelle quels ont été les outils utilisés dans les cinq derniers dessins.

Usinage / Séquence / Placer en premier indique que les objets sélectionnés doivent être usinés en premier dans le cycle d'outil et la passe globale d'usinage qui les concerne. Dans le cas d'un ensemble de plusieurs objets, la séquence interne du groupe reste inchangée. Ceci reste valable pour toutes les commandes de changement de séquence décrites ci-

après. Rappelons que la séquence de dessin réglable ici n'est pas absolue : l'usinage suivra d'abord la séquence des cycles d'outils puis, pour chaque outil, fera en dernier les tracés de découpe (profondeur supérieure ou égale à l'épaisseur de la pièce). Ce n'est que dans le cadre de ces passes globales que la séquence d'usinage est accessible. Vous pouvez afficher sur le dessin les numéros d'ordre avec "Affichage / Tracé / Identificateurs / Séquence".

Usinage / Séquence / Placer en dernier indique que les objets sélectionnés doivent être usinés en dernier.

Usinage / Séquence / Définir le numéro d'ordre indique l'ordre d'usinage dans leur passe des objets sélectionnés.

Usinage / Séquence / Pointer successivement permet de définir l'ordre d'usinage par simple pointage du premier au dernier objet. Le numéro d'ordre apparaît sur le dessin pendant le pointage, près du point de départ de chaque objet.

Usinage / Séquence / Inverser retourne complètement l'ordre d'usinage des objets sélectionnés, à l'intérieur de leur ensemble.

Usinage / Séquence / Optimiser change l'ordre d'usinage des objets sélectionnés de façon à réduire les mouvements inactifs. Le tout premier objet de la sélection ne change pas de place. Le parcours interne de chaque objet ouvert est éventuellement inversé pour aborder l'extrémité la plus proche.

Usinage / Séquence / Trier par profondeurs fait une séquence automatique par ordre de profondeurs croissantes.

Usinage / Séquence / Contournages int.-ext. place automatiquement en avant-derniers tous les objets ayant un contournage intérieur, et en derniers tous les objets ayant un contournage extérieur. De cette façon, tous les objets ayant un contournage se font en dernier (c'est le cas de toute façon s'ils correspondent à des découpes), les découpes d'îlots se faisant avant les découpes externes finales.

Usinage / Séquence / Contournages ext.-int. place automatiquement en avant-derniers tous les objets ayant un contournage extérieur, et en derniers tous les objets ayant un contournage intérieur.

Usinage / Parcours / Connecter les objets sert à créer une entité unique à partir d'objets jointifs mais indépendants. Cette trajectoire unique peut ensuite être contournée ou hachurée de façon globale, mais contrairement à la soudure, les objets connectés peuvent ensuite retrouver leur indépendance sans avoir perdu leurs propriétés géométriques (arcs et courbes). Voir le chapitre précédent "Trajectoires d'outils" pour plus de détails sur les parcours connectés et leurs possibilités sous-jacentes.

Usinage / Parcours / Déconnecter les objets rend leur indépendance à des objets qui ont été connectés en une trajectoire unique.

Usinage / Parcours / Souder les connexions soude définitivement les objets connectés en une trajectoire unique. Les objets ayant des propriétés géométriques (arcs et courbes) perdent ces propriétés et deviennent de simples polylignes. Seuls des arcs jointifs de même centre et même rayon, ou encore des courbes de Bézier jointives, peuvent être soudés ensemble sans perdre leurs propriétés. Les courbes de type Beta-Spline ou Quadra-Spline ne peuvent pas être soudées, sauf à les transformer en polylignes. Voir la fonction "Dessin / Objet / Scinder" pour supprimer les soudures une par une à partir d'un point sélectionné en rouge.

Usinage / Parcours / Définir comme point de départ / le point rouge pose le point sélectionné en rouge comme point de départ d'un objet ou d'un parcours connecté. Dans le cas d'un objet simple, il va de soi que ce point ne peut être que l'une de ses deux extrémités. Si c'est un parcours connecté, ce point ne peut être qu'une extrémité d'un des objets qui le composent.

Usinage / Parcours / Définir comme point de départ / le point le plus au centre, au nord, *etc.* pose comme point de départ de l'objet ou du parcours sélectionné le point le plus proche de la référence demandée.

Usinage / Parcours / Définir comme point de départ / le sommet le plus saillant pose comme point de départ de l'objet ou du parcours sélectionné le point correspondant à l'angle le plus saillant vers l'extérieur. Ceci peut aider à préparer pour le contournage un ensemble d'objets en une seule opération.

Usinage / Parcours / Définir comme point de départ / le sommet le plus rentrant pose comme point de départ de l'objet ou du parcours sélectionné le point correspondant à l'angle le plus rentrant vers l'intérieur.

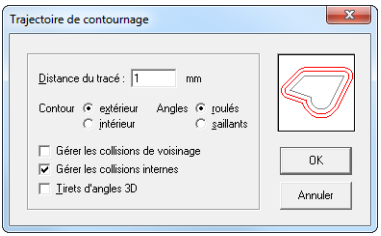
Usinage / Parcours / Fermer le parcours referme la trajectoire par adjonction d'un segment ou ajustement des extrémités.

Usinage / Parcours / Forcer en sens horaire impose un parcours horaire de la trajectoire de l'objet ou des objets connectés.

Usinage / Parcours / Forcer en sens trigo impose un parcours anti-horaire de la trajectoire de l'objet ou des objets connectés.

Usinage / Parcours / Inverser le sens change le sens de parcours (horaire ou trigonométrique) de la trajectoire de l'objet ou des objets connectés.

Usinage / Contournage / Définir la trajectoire pose une trajectoire de contournage intérieure ou extérieure de l'objet ou du parcours sélectionné, selon le diamètre et le profil de l'outil. Voir le chapitre "Trajectoires d'outils" qui en décrit tous les détails.

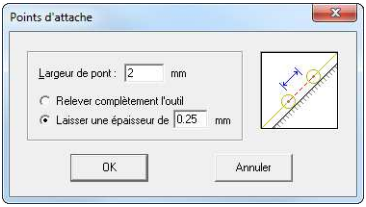


Usinage / Contournage / Créer un nouvel objet construit un objet indépendant à partir d'un contournage intérieur ou extérieur appliquée à l'objet sélectionné. Si celui-ci a déjà un contournage, sa trajectoire devient un objet indépendant sans autre forme de procès. Si l'objet n'a pas de contournage, alors il vous est demandé de définir le décalage avec des paramètres de calcul simplifiés.

Usinage / Contournage / Indiquer le point de départ permet de pointer directement au vol les positions de départ des trajectoires des objets ayant un contournage. Si le contournage a une ébauche et une finition, les deux seront pointées séparément. Le tracé de l'objet n'est pas modifié, seul son contournage change. Si le contournage est recalculé par la suite, son point de départ revient en face de celui de l'objet. Cette opération doit donc être faite en dernier, une fois l'objet et son contournage définitivement validés.

Usinage / Contournage / Points d'attache / Ajouter permet de poser, sur les trajectoires de contournage, des ponts de matière résiduelle qui éviteront que le morceau découpé ne bouge lorsque l'outil aura commencé à le séparer du reste de la pièce brute, ou ne s'envole lorsque la trajectoire sera achevée. Le logiciel demande au préalable la largeur voulue pour le pont de

matière résiduelle, et s'il faudra relever complètement l'outil ou seulement laisser une petite épaisseur de matière, c'est-à-dire que la profondeur de coupe est moindre sur la largeur du pont, d'une valeur à définir. Une fois l'usinage terminé, les ponts de matière seront enlevés à la main, pour libérer définitivement les formes découpées. A noter que les points d'attache ne peuvent pas toujours être conservés en cas de modification de l'objet nécessitant de recalculer sa trajectoire de contournage. Il vaut donc mieux les poser en dernier, une fois l'objet et son contournage définitivement validés.



Usinage / Contournage / Points d'attache / Déplacer permet de modifier la position et les paramètres de points d'attache existants, à pointer sur le dessin. L'opération revient à supprimer le point d'attache et en recréer un nouveau immédiatement.

Usinage / Contournage / Points d'attache / Supprimer permet d'enlever des points d'attache existants, à pointer sur le dessin.

Usinage / Contournage / Points d'attache / Supprimer tous enlève les points d'attache des objets sélectionnés.

Usinage / Contournage / Séquence interne / Pointer le contour à usiner en premier permet de changer la séquence d'usinage des multiples trajectoires de contournage d'un objet. En effet, le calcul de contournage crée parfois plusieurs poches ou trajectoires si l'objet a des resserrements qui empêchent l'outil de passer. Cette fonction permet de définir la séquence interne de ces trajectoires multiples, sans changer la séquence de l'objet dans le dessin. Le pointage se fait directement au vol sur le dessin, en approchant la souris de la trajectoire qui s'illumine alors, et en cliquant pour valider. Si le contournage est recalculé, ce changement de séquence interne disparaît.

Usinage / Contournage / Séquence interne / Pointer le contour à usiner en dernier fait la même chose que précédemment, en mettant à chaque fois en dernier la trajectoire de contournage pointée.

Usinage / Contournage / Ajouter un segment d'entrée / Horizontal Z ajoute par pointage direct un segment d'entrée à la trajectoire de contournage, à la même profondeur que le point de départ, donc avec un cycle

de perçage standard. L'éloignement du point d'entrée évite la descente dans le matériau trop près de la trajectoire à découper tout en permettant de positionner soi-même le point de perçage. Toutefois, la validité de ce segment n'est pas vérifiée par le logiciel, notamment le fait qu'il entre en collision avec la trajectoire de contournage ou avec d'autres objets. Il est possible d'ajouter successivement autant de segments ou arcs d'entrée (ou de sortie) que nécessaire. Attention, en cas de nouveau calcul du contournage (modification de l'objet, de l'outil ou de la profondeur pour un outil non cylindrique), les ajouts aux extrémités ne peuvent être recalculés et sont donc perdus. Il convient donc de n'ajouter ces segments ou arcs qu'une fois le dessin de l'objet définitivement validé.

Usinage / Contournage / Ajouter un segment d'entrée / Oblique Zo ajoute par pointage un segment d'entrée qui va de la surface du matériau (profondeur zéro) à la profondeur du point de départ. La fraise ne percera pas la matière au nouveau point de départ, mais se contentera de venir l'affleurer, puis elle descendra progressivement jusqu'à la trajectoire de contournage.

Usinage / Contournage / Ajouter un arc d'entrée définit un arc d'approche à l'entrée de la trajectoire de contournage.

Usinage / Contournage / Supprimer les segments & arcs d'entrée enlève les segments et arcs d'entrée ajoutés à l'objet sélectionné.

Usinage / Contournage / Ajouter un segment de sortie ajoute par pointage direct un segment de sortie à la trajectoire de contournage, à la même profondeur que le point d'arrivée.

Usinage / Contournage / Ajouter un arc de sortie définit un arc d'éloignement à la sortie de la trajectoire de contournage.

Usinage / Contournage / Supprimer les segments & arcs de sortie enlève les segments et arcs de sortie ajoutés à l'objet sélectionné.

Usinage / Contournage / Supprimer la trajectoire enlève la trajectoire de contournage de l'objet sélectionné.

Usinage / Contournage / Recalculer la trajectoire reconstruit la ou les trajectoires de contournage de l'objet sélectionné. Les points d'entrée et de sortie qui ont été ajoutés à la main sont alors éliminés.

Usinage / Contournage / Changer de bord intérieur-extérieur transforme les contournages extérieurs des objets sélectionnés en contournages intérieurs, et vice-versa.

Usinage / Contournage / Changer de sens de parcours inverse le sens d'usinage des contournages des objets sélectionnés.

Usinage / Contournage / Sélectionner tous les contours intérieurs sélectionne ou ajoute à la sélection courante (touche ⇧) tous les objets ayant un contournage intérieur.

Usinage / Contournage / Sélectionner tous les contours extérieurs fait la même chose pour tous les objets ayant un contournage extérieur.

Usinage / Contournage / Sélectionner par filtrage sélectionne les objets selon les caractéristiques de leurs trajectoires de contournage.

Usinage / Contournage / Paramètres avancés définit les quelques données accessibles pour le calcul des trajectoires de contournage. Le seuil d'affichage des angles indique à partir de quel angle saillant il est affiché un cercle représentant l'outil. Le seuil d'enroulement définit l'angle à partir duquel la trajectoire décrit un arc roulant autour de l'arête, ainsi que la segmentation de ces arcs. Le pourcentage d'espacement des points définit un lissage de la trajectoire avant le calcul, éliminant les points jugés superflus.

Usinage / Profondeurs / Compter indique le nombre d'objets de la couche active, en les classant par profondeurs. Voir aussi la fonction "Affichage / Palette de cotation / Profondeurs"

Usinage / Profondeurs / Changer globalement permet d'augmenter ou multiplier en une seule fois les profondeurs des objets sélectionnés.

Usinage / Vitesses d'avance / Compter indique le nombre d'objets de la couche active, en les classant par vitesses d'avance. Voir aussi la fonction "Affichage / Palette de cotation / Vitesses d'avance"

Usinage / Vitesses d'avance / Changer globalement permet d'augmenter ou multiplier en une seule fois les vitesses d'avance des objets sélectionnés.

Usinage / Durée calcule pour le dessin le temps théorique d'usinage actif,

c'est à dire sans compter les mouvements inactifs liés aux paramètres d'usinage (perçage, paliers de profondeur, hauteur de dégagement et passe de finition éventuelle) et sans tenir compte des paramètres cinématiques (ralentissements, accélérations) nécessaire à l'exécution du mouvement.

❑ Menu "Edition"

Edition / Annuler revient successivement sur les dernières opérations effectuées sur le dessin avec les icones ou via les menus "Usinage", "Edition" et "Dessin". Les fonctions de fichiers, d'affichage et de paramétrage ne sont pas concernées. La taille de la pile annuler/refaire est réglable dans les fonctions avancées des paramètres d'environnement de travail.

Edition / Refaire revient successivement sur les dernières opérations de dessin qui ont été annulées.

Edition / Répéter refait pour un autre objet la dernière opération effectuée sur le dessin via une commande dans les menus "Usinage", "Edition" et "Dessin", avec les mêmes paramètres.

Edition / Recommencer annule la dernière opération effectuée sur le dessin et relance la fonction qui a été annulée pour reparamétrage.

Edition / Effacer supprime l'objet, le point ou le segment sélectionné en rouge et ayant le focus. Même fonction que la touche Suppr.

Edition / Couper fait une copie dans le presse-papier de l'objet sélectionné puis l'efface. Voir "Edition / Copier", ci-dessous.

Edition / Copier fait une copie dans le presse-papier de l'objet sélectionné. Cet objet peut ensuite être collé ailleurs sur le dessin ou dans un autre logiciel acceptant les objets graphiques vectoriels au format EMF. Voir "Edition / Coller", ci-dessous.

Edition / Coller fait une copie sur le dessin de l'objet copié dans le presse-papier depuis Galaad ou un autre logiciel (dans ce cas, l'objet doit obligatoirement être de type graphique vectoriel). Voir aussi la commande

"Edition / Copier". Pour un collage d'une image de fond à partir du presse-papier, voir la commande "Affichage / Image de fond / Coller".

A noter qu'une icone déroulante "Coller l'avant-dernière copie" permet de coller l'avant-dernier objet qui a été copié dans le presse-papier. Cette icone n'a pas de fonction équivalente dans le menu.

Edition / Recadrer et coller fait un collage sur le dessin de l'objet copié dans le presse-papier, en permettant un recadrage préalable avec ajustage automatique dans la zone, plutôt qu'un simple pointage de position.

Edition / Duplication / Faire une copie réelle duplique l'objet sélectionné sur une position XY à pointer. Les données d'usinage (profondeur, vitesse, outil) restant inchangées. L'original et sa copie n'en sont alors pas moins deux entités complètement indépendantes, contrairement à la copie virtuelle (voir ci-dessous).

Une icone "Copie rapide" dans la barre de commandes, sans fonction équivalente dans le menu, permet de dupliquer l'objet sélectionné en un clic. Pour ne pas confondre original et copie, cette dernière est décalée vers le nord et l'est d'une unité de la grille magnétique. On pourra donc la replacer à sa position originale avec les touches ← et ↓ du clavier.

Edition / Duplication / Faire une copie virtuelle duplique l'objet sélectionné sur une position à pointer. La copie virtuelle reste liée à l'original. Elle n'existe pas en mémoire ni dans le fichier, ce qui peut permettre d'économiser de la place, mais elle est affichée et sera usinée normalement. La copie virtuelle suit toute modification de l'objet original.

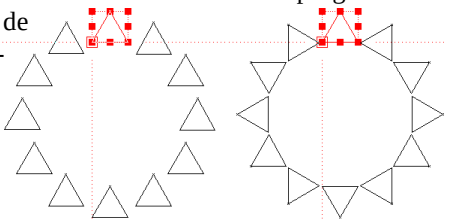
Nota : si vous faites un ou plusieurs copies virtuelles d'un ensemble d'objets, chaque série de copies sera usinée immédiatement après l'original. Mais si vos objets originaux sont associés (voir l'icone jaune d'association), alors chaque groupe sera usiné en entier avant de passer à la copie virtuelle suivante. Cette association peut permettre de gagner du temps à l'usinage. Vous pouvez associer après coup des objets dupliqués.

Edition / Duplication / En ligne duplique l'objet sélectionné en plusieurs exemplaires alignés à intervalles réguliers selon une position à pointer. Les paramètres de duplication en ligne sont le nombre de copies, un possible enfoncement Z progressif (les profondeurs augmentent à chaque copie), et la possibilité de faire une duplication virtuelle (copies fantômes) ou

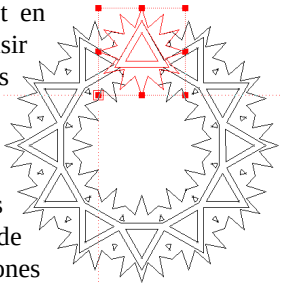
réelle (copies indépendantes de l'original). Vous devez pointer la position de la copie la plus proche ou bien la plus éloignée.

Edition / Duplication / En matrice duplique l'objet sélectionné en plusieurs exemplaires rangés dans une matrice cartésienne à définir (nombre de colonnes et de lignes avec direction de duplication, intervalles entre colonnes et lignes).

Edition / Duplication / En cercle duplique l'objet sélectionné en plusieurs exemplaires placés à intervalles réguliers sur un arc à pointer. Outre le nombre de copies, vous devez indiquer l'intervalle angulaire entre deux copies voisines et sa direction de rotation, ainsi qu'un éventuel enfoncement Z progressif. La rotation autour du centre permet de faire pivoter les copies sur elles-mêmes autour du centre de duplication. Les copies ayant alors des morphologies différentes de l'original, elles ne peuvent pas être virtuelles.

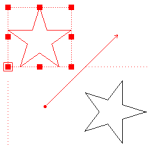


Edition / Duplication / En kaléidoscope duplique l'objet sélectionné comme pour une duplication circulaire avec rotation autour du centre, mais en ressoudant les intersections d'une copie à l'autre et en éliminant les parties qui se recouvrent. On peut choisir de conserver les unions (élimination des polygones d'intersection) ou les intersections (élimination des polygones hors intersections). Cette fonction à vocation purement artistique peut aider à faire des figures répétitives comme des arabesques circulaires en éliminant automatiquement les surfaces de recouvrement mutuel et en ressoudant les polygones entre eux.



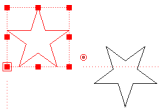
Edition / Duplication / En miroir / A l'ouest, *etc.* duplique l'objet sélectionné de façon à rendre la copie symétrique par rapport à son point situé le plus à gauche (ou à droite, *etc.*). La copie est inversée et ne peut donc pas être virtuelle. Voir aussi les commandes "Edition / Clonage".

Edition / Duplication / En miroir / Par rapport au



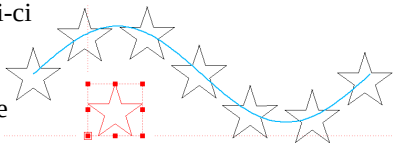
segment rouge duplique l'objet sélectionné de façon à rendre la copie symétrique par rapport au segment sélectionné en rouge. Cette copie miroir est forcément inversée par rapport à l'original et ne peut donc pas être virtuelle.

Edition / Duplication / En miroir / Par rapport au point rouge duplique l'objet sélectionné de façon à rendre la copie symétrique par rapport au point sélectionné en rouge (donc avec double inversion).



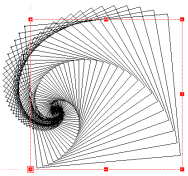
Edition / Duplication / En miroir / Par rapport à la croix rouge fait la même chose que la précédente fonction, mais en prenant la croix rouge comme centre de symétrie.

Edition / Duplication / Le long du tracé bleu duplique l'objet sélectionné en rouge à intervalles réguliers le long du parcours de l'objet sélectionné en bleu, éventuellement en positionnant l'original au point de départ du tracé bleu. Les variations de profondeur Z de celui-ci peuvent moduler celles des copies. Il est possible de pivoter chaque copie pour selon la tangente du tracé bleu au point de duplication.



Edition / Duplication / Sur tous les points bleus place une copie virtuelle de l'objet sélectionné sur chaque point d'un groupe de points sélectionné en bleu. Pour recentrer les copies sur les points, il suffit de décaler l'original. La méthode à suivre pour sélectionner un groupe de points en bleu consiste tout simplement à les sélectionner un par un ou sur zone, puis cliquer sur l'icone d'inversion rouge/bleu (icones de sélection).

Edition / Duplication / Spéciale duplique l'objet sélectionné en changeant à chaque itération la taille, l'orientation, le décalage XY et un éventuel enfoncement Z progressif. Les copies étant différentes de l'original, elles sont réelles et non virtuelles.



Edition / Duplication / Tracé entre les points duplique directement la portion de tracé située entre les points rouge et bleu. Les deux points peuvent appartenir à deux objets différents à conditions d'être intégrés dans un même parcours (voir la fonction "Usinage / Parcours / Connecter les objets"). La copie reste en position et est immédiatement sélectionnée.

Edition / Duplication / Aux 4 coins de la planche / Virtuelle prend l'objet sélectionné au sud-ouest de la planche et le duplique aux autres coins sans en changer l'orientation (copies virtuelles).

Edition / Duplication / Aux 4 coins de la planche / Symétrique prend l'objet sélectionné au sud-ouest de la planche et le duplique aux autres coins en le retournant horizontalement et verticalement.

Edition / Duplication / Eliminer les copies supprime toutes les copies virtuelles de l'objet sélectionné.

Edition / Duplication / Eliminer une copie supprime une copie virtuelle de l'objet sélectionné, à préciser d'après son numéro.

Edition / Duplication / Rendre les copies réelles transforme en objets réels et indépendants toutes les copies virtuelles de l'objet sélectionné.

Edition / Duplication / Homogénéiser les copies rend cohérents les jeux de copies virtuelles des objets sélectionnés, en se basant sur celui qui a le plus grand nombre de copies. Les autres auront alors le même nombre de copies virtuelles, positionnées de la même façon.

Edition / Clonage / Poser un miroir à l'ouest, *etc.* ajoute un clone virtuel symétrique à gauche (ou à droite, *etc.*) de l'objet sélectionné. Le clone n'existe pas plus qu'une duplication virtuelle, et il est modifié dans son miroir dès que l'objet auquel il est attaché est lui-même modifié. Mais il n'en sera pas moins usiné comme un objet à part entière.

Edition / Clonage / Eliminer les clones supprime le clone virtuel de chaque objet sélectionné.

Edition / Clonage / Rendre les clones réels transforme en un objet indépendant le clone virtuel de chaque objet sélectionné.

Edition / Librairie / Ouvrir charge et positionne sur le dessin un objet ou ensemble d'objets précédemment enregistrés sur le disque, c'est à dire non pas des dessins entiers, mais des composants de dessin. Un objet en librairie conserve toutes ses données d'usinage (profondeur, vitesse, outil). Le répertoire par défaut est le dernier auquel on a accédé.

Edition / Librairie / Galerie affiche l'ensemble des objets présents dans une librairie donnée et permet de l'ouvrir à l'aide d'un double-clic.

Edition / Librairie / Ouvrir & pivoter enchaîne l'ouverture d'un objet en librairie avec son positionnement sur le dessin (par le centre de symétrie), puis appelle automatiquement la fonction de rotation pour le faire pivoter.

Edition / Librairie / Enregistrer enregistre l'objet sélectionné sur le disque, classé dans une librairie.

Edition / Librairie / Nouvelle crée un nouveau dossier dans le sous-répertoire "Librairies".

Edition / Librairie / Symboles TrueType charge un symbole ou un caractère unique depuis une police Windows TrueType. Une grande boîte de dialogue permet de choisir la police et visualiser tous les symboles qu'elle contient. La taille (hauteur Y) est réglable, ainsi que le hachurage automatique de remplissage. Un double-clic sur le symbole le sélectionne.

Edition / Inverser la sélection désélectionne les objets sélectionnés, et réciproquement sélectionne tous les objets qui ne l'étaient pas.

Edition / Sélectionner le plus petit objet est une fonction dont le libellé exprime assez bien ce qu'elle fait. Son principal intérêt est de servir à éliminer des micro-objets résiduels qu'on ne distingue pas sur la planche à dessin parce que trop petits ou superposés à d'autres. La touche ⌂ permet comme d'habitude d'ajouter à la sélection courante.

Edition / Verrouillage / Tout déverrouiller enlève les verrous appliqués à tous les objets de la couche active. On rappelle que le verrouillage des objets empêche leur sélection.

Edition / Verrouillage / Déverrouiller les objets pointés enlève les verrous appliqués aux objets qu'on va pointer à la souris.

Edition / Associations / Tout dissocier rompt tous les liens d'association existants dans la couche active. On rappelle que l'association d'objets fait une sélection automatique de tout le groupe lorsqu'un de ses membres est pris individuellement dans une sélection, que celle-ci soit unique ou multiple.

Edition / Associations / Dissocier les objets sélectionnés rompt les liens d'association existant entre les objets actuellement sélectionnés. A noter que le fait de cliquer sur l'icone jaune d'association, lorsque les objets sélectionnés sont déjà associés, propose alors de les dissocier sans passer par le menu

Edition / Associations / Dissocier les objets pointés seuls fait sortir les objets qu'on va pointer et eux seuls d'un groupe d'objets associés.

Edition / Associations / Dissocier les objets pointés et acolytes rompt tous les liens d'association existant dans les groupes auxquels appartiennent les objets qu'on va pointer.

Edition / Associations / Sélectionner tous les objets associés filtre et sélectionne sans les dissocier tous les objets de la couche active qui sont membres d'un groupe d'objets associés.

Edition / Protections / Tout déprotéger lève la protection donnée à tous les objets protégés de la couche active. On rappelle qu'un objet protégé peut être déplacé et agrandi, mais sa forme ne peut pas être modifiée ou altérée et il ne peut pas non plus être effacé.

Edition / Protections / Déprotéger les objets sélectionnés lève les protections données aux objets sélectionnés. A noter que le fait de cliquer sur l'icone jaune de protection, lorsque les objets sélectionnés sont déjà tous protégés, propose alors de les déprotéger sans passer par le menu.

Edition / Protections / Déprotéger les objets pointés lève les protections données aux objets qu'on va pointer.

Edition / Protections / Sélectionner tous les objets protégés sélectionne sans les déprotéger tous les objets protégés de la couche active.

Edition / Ancrages / Tout désancrer brise tous les ancrages absolus ou relatifs imposés aux objets présents dans la couche active. On rappelle que les ancrages absolus fixent la position des objets sur la planche, et que les ancrages relatifs déplacent simultanément tous les objets ancrés entre eux lorsqu'un seul est déplacé.

Edition / Ancrages / Désancrer les objets sélectionnés seuls brise les ancrages imposés aux objets sélectionnés. Si ces ancrages sont relatifs, seuls

les objets sélectionnés sont libérés du groupe d'ancrage. A noter que le fait de cliquer sur l'icone jaune d'ancrage (relatif ou absolu), lorsque les objets sélectionnés sont déjà ancrés de la façon correspondante, propose alors de les désancrer sans passer par le menu.

Edition / Ancrages / Désancrer les objets sélectionnés et acolytes brise les ancrages imposés aux objets sélectionnés, ainsi que ceux existant entre les autres objets du groupe d'ancrage dont ils sont membres.

Edition / Ancrages / Désancrer les objets pointés seuls brise les ancrages imposés aux seuls objets qu'on va pointer. Si ces ancrages sont relatifs, seuls les objets pointés sont libérés du groupe d'ancrage.

Edition / Ancrages / Désancrer les objets pointés et acolytes brise les ancrages imposés aux objets qu'on va pointer, ainsi que ceux existant entre les autres objets du groupe d'ancrage dont ils sont membres.

Edition / Ancrages / Sélectionner les objets ancrés sur position filtre et sélectionne sans les désancrer tous les objets auxquels on a imposé un ancrage absolu sur la planche.

Edition / Ancrages / Sélectionner les objets ancrés entre eux filtre et sélectionne sans les désancrer tous les objets entre lesquels on a imposé un ancrage relatif.

Edition / Ancrages / Sélectionner les acolytes des objets sélectionnés filtre et sélectionne sans les désancrer tous les objets liés par un ancrage relatif à ceux déjà sélectionnés.

Menu "Dessin"

Dessin / Parcours continu permet de faire un dessin continu connectant automatiquement les points d'entrée des objets ouverts nouvellement dessinés aux points de sortie des derniers objets dessinés, donc sans avoir à indiquer le premier point. Voir aussi la fonction "Usinage / Parcours / Déconnecter les objets" pour prononcer le divorce.

Dessin / Grille magnétique / Régler définit le pas de la grille magnétique. Le fait de laisser la case X ou Y vide (sans valeur indiquée) définit un pas variable réglé en permanence sur la plus petite graduation des réglettes, quel que soit le niveau de zoom. Le pas angulaire, quant à lui, applique une grille polaire relative au point précédent lorsque la touche Ctrl est enfoncée au cours d'un dessin de ligne ou autres pointages assimilés. Pour plus de détails sur la grille magnétique, reportez-vous sans vous vexer au chapitre "Apprenons à dessiner".

Dessin / Grille magnétique / Appliquer à la position place le point sud-ouest de l'objet sélectionné (ou le point sélectionné) sur la coordonnée la plus proche de la grille magnétique.

Dessin / Grille magnétique / Appliquer à la position et aux dimensions cadre complètement l'objet sélectionné sur la grille magnétique.

Dessin / Alignement & centrage ouvre une fenêtre de sélection des possibilités d'alignement et centrage horizontal et vertical. La palette est assez vaste et devrait couvrir à peu près tous les cas. Rappelons en outre que, lorsque vous déplacez un objet sélectionné avec la souris, des lignes oranges apparaissent pour vous permettre d'accrocher au vol des objets voisins (bord gauche, centre, bord droit). Etant donné que le bouton gauche de la souris est déjà enfoncé à ce moment puisque vous faites glisser le cadre de sélection, l'accroche des lignes oranges se fait avec la barre Espace ou en deux temps avec les touches X et Y.

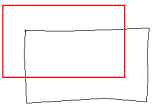
Dessin / Objet / Changer de couche / Couche N fait passer l'objet sélectionné de la couche active à la couche d'arrière-plan N. La palette de cotation rapide "Couches" peut faire de même sans passer par le menu, et permet en outre de passer rapidement d'une couche à l'autre. Voir plus loin les fonctions en haut du menu "Affichage" pour la visualisation des couches et la sélection de la couche active.

Dessin / Objet / Ouvrir supprime le tout dernier point (et donc le dernier segment) composant l'objet sélectionné. Si l'objet est un arc, il est alors transformé en demi-cercle (ou demi-ellipse), soient 180° à partir du point de départ. S'il s'agit d'une courbe, c'est son dernier secteur qui est supprimé, et les propriétés géométriques sont conservées.

Dessin / Objet / Fermer / Par adjonction d'un point ajoute un point (et donc un segment) pour refermer le parcours de l'objet sélectionné. Si l'objet a des propriétés géométriques (arc ou courbe), la fermeture de son tracé est effectuée par adjonction d'un morceau de même nature (arc ou secteur de courbe) et les propriétés sont conservées.

Dessin / Objet / Fermer / Par ajustement de l'extrémité déplace le dernier point de l'objet sélectionné de manière à refermer la trajectoire sur le premier point, lequel ne change pas. Si l'objet a des propriétés géométriques (courbes), l'ajustement se fait par décalage du dernier secteur et les propriétés sont conservées.

Dessin / Objet / Fermer / En passant par la croix rouge ferme l'objet en ajoutant un point à la position de la croix de référence fixe rouge. Si l'objet a des propriétés géométriques (arc ou courbe), cette fonction est inopérante. Il vous faut d'abord convertir l'objet en simple polygone.



Dessin / Objet / Altérer dégrade l'objet sélectionné selon des valeurs aléatoires mais encadrées de déplacement XYZ de ses coordonnées. Pour ne pas altérer les profondeurs, il suffit de régler la variation Z à 0%. Les propriétés géométriques de l'objet (arc ou courbe) sont bien évidemment perdues lors de l'altération.

Dessin / Objet / Relier construit un nouvel objet reliant les points extrêmes sélectionnés en rouge et en bleu de deux objets existants, selon la nature des objets qui portent ces points (polygone ou courbe).

Dessin / Objet / Souder est une fonction importante du dessin, qui permet d'assembler en un seul objet des tracés indépendants. Si un point est sélectionné en rouge, la fonction accroche l'objet dont l'extrémité est la plus proche de ce point, et le fusionne avec l'objet qui porte ce point rouge. L'objet accroché perd ses caractéristiques d'usinage au profit de l'objet accrocheur, et les deux objets perdent tous deux leurs propriétés géométriques si elles sont

incompatibles. Cette fonction peut aussi être appelée avec un ensemble d'objets sélectionnés, pour souder leurs extrémités proches entre elles. Dans ce dernier cas, il est demandé de préciser une distance maximale de soudure afin d'éviter d'accrocher des objets trop lointains. Si le nouvel objet ainsi créé est presque fermé, il pourra l'être automatiquement par ajustage de son extrémité de sortie.

A noter que les objets dessinés avec différents outils ne sont pas soudables entre eux, que les objets protégés ou définis comme hachurage ne sont pas soudables, et enfin que cette soudure élimine définitivement les propriétés géométriques de chaque objet, sauf si elles sont de natures identiques et prolongeables à l'infini comme les courbes de Bézier. Voir aussi la commande inverse "Dessin / Objet / Scinder", ci-dessous.

Dessin / Objet / Scinder fait l'opération inverse de la soudure en séparant l'objet - non protégé - en deux objets indépendants de part et d'autre du point sélectionné en rouge. Les deux parties de l'objet scindé perdent leurs propriétés géométriques dans le cas d'une courbe. Rappelons que, pour scinder une Quadra-Spline ou courbe de Bézier à l'un de ses nœuds tout en conservant ses propriétés, il faut d'abord éditer sa géométrie (bouton droit de la souris), cliquer sur le nœud en question pour lui donner le focus, puis appuyer sur la touche ⏎.

Dessin / Objet / Manipuler la géométrie édite les propriétés géométriques de l'objet s'il s'agit d'un arc ou d'une courbe (Beta-Spline, Quadra-Spline ou Bézier). Le bouton droit de la souris fait de même, directement ou via un menu contextuel.

Dessin / Objet / Convertir en polygone élimine définitivement les propriétés géométriques de l'objet sélectionné (arc, courbe ou texte). Dans le cas d'un texte, la fonction "Texte / Convertir en polygones" fait de même tout en gardant le texte sous forme d'objets associés.

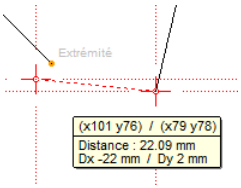
Dessin / Objet / Définir comme hachurage ajoute ou enlève l'indicateur de hachurage à l'objets sélectionné. Cet indicateur est automatiquement donné aux hachurages et cycles de poche. Les objets définis comme hachurage ne sont pas soudables. On peut aussi les sélectionner par filtrage.

Dessin / Objet / Surface calcule la surface couverte par l'objet (ou le parcours connecté) fermé. Si plusieurs objets fermés sont sélectionnés, le résultat est le cumul des surfaces, même si elles se recoupent. La surface d'un

parcours ouvert est considérée comme nulle. Une trajectoire en "8" ou de type ruban de Mœbius aura une surface en partie positive et en partie négative, donc un résultat tronqué. Il ne faut tout de même pas trop demander…

Dessin / Objet / Longueur de tracé mesure les longueurs de parcours cumulées des objets sélectionnés, tout en indiquant le nombre de points qu'ils contiennent. Les points de perçage isolés ou les groupes de points n'entrent évidemment pas dans ce calcul.

Dessin / Objet / Distance entre points affiche la distance entre deux positions XY quelconques à pointer sur le dessin, pas forcément sur des objets. Dès le premier clic, le résultat est affiché sous forme de ruban mobile. Après le second clic, un mouvement de la souris le fera disparaître.



Dessin / Objet / Lire le codage ISO édite de façon passive le codage ISO G-code équivalent à l'objet sélectionné, pour vérification globale de sa suite de coordonnées. Lecture seule : inutile de modifier le code affiché.

Dessin / Objet / Copier outil-prof.-vit. fait la même chose que l'icone verte de copie des données relatives à l'outil, la profondeur et la vitesse d'avance. Cette fonction est aussi en menu pour permettre de créer un raccourci rapide au clavier (voir "Paramètres / Touches de fonctions").

Dessin / Objet / Coller outil-prof.-vit., liée à la fonction précédente, fait la même chose que l'icone verte de collage des données relatives à l'outil, la profondeur et la vitesse d'avance.

Dessin / Polygone / Sélectionner les objets intérieurs sélectionne automatiquement tous les objets qui sont entièrement contenus dans les objets sélectionnés, la touche ⌂ permettant comme d'habitude de ne pas désélectionner ceux-ci. Si un objet sélectionné est ouvert, la fonction se comporte comme si un segment joignait ses extrémités pour le refermer.

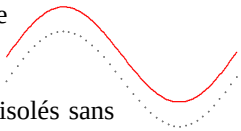
Dessin / Polygone / Sélectionner les objets à cheval fait la même chose que la fonction précédente, mais ne retient que les objets qui coupent ceux sélectionnés, c'est-à-dire ayant une partie à l'intérieur et l'autre à l'extérieur.

Dessin / Polygone / Sélectionner les objets extérieurs fait la même chose

que les deux fonctions précédentes, mais ne retient que les objets entièrement externes aux objets sélectionnés.

Dessin / Polygone / Lier les sommets transforme le groupe de points de perçage cohérent en un polygone passant par tous ces points. Voir aussi la commande inverse, ci-dessous.

Dessin / Polygone / Délier les sommets transforme le polygone sélectionné en un groupe de points de perçage correspondant à ses sommets. Voir aussi la commande inverse, ci-dessus. La différence avec l'icone de dessin "Points sur sommets" est que l'objet sélectionné est transformé en points isolés et associés, alors que l'icone est une création qui ajoute des points isolés sans rien modifier de l'objet original.



Dessin / Polygone / Eclater en segments transforme l'objet sélectionné en autant de segments indépendants les uns des autres.

Dessin / Polygone / Relier les objets est la réciproque de la fonction ci-dessus, en ce sens qu'elle recombine en une polyligne des segments ou parcours isolés mais jointifs.

Dessin / Polygone / Régler la segmentation ajoute par interpolation linéaire de nouveaux points intermédiaires sur la trajectoire du polygone sélectionné, de manière à avoir une distance maximale entre deux points consécutifs.

Dessin / Polygone / Augmenter la segmentation ajoute par interpolation linéaire de nouveaux points intermédiaires sur chaque segment de la trajectoire du polygone sélectionné, quelle que soit la longueur de ce segment. La différence avec la fonction précédente est que le nombre de points est multiplié par un facteur à indiquer.

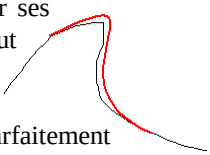
Dessin / Polygone / Réduire la segmentation supprime des sommets dans la trajectoire du polygone sélectionné, afin d'accélérer les calculs et l'usinage. Le nombre de points existants est tout simplement divisé, sans tenir compte des intervalles. Cette suppression peut filtrer les sommets correspondant à des angles vifs.

Dessin / Polygone / Espacer la segmentation supprime des sommets dans

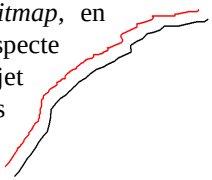
la trajectoire du polygone sélectionné, afin d'accélérer les calculs et l'usinage. La différence avec la fonction précédente est que la suppression se fait en précisant une distance minimale entre deux sommets et filtre ceux correspondant à des angles vifs.

Dessin / Polygone / Supprimer les interpolations inutiles élimine les points inutiles dans la trajectoire du polygone sélectionné. Ces points correspondent à des intermédiaires parfaitement interpolés sur la trajectoire et ne sont donc pas visibles bien qu'ils chargent inutilement le dessin.

Dessin / Polygone / Substituer au tracé le plus proche remplace un tracé voisin par celui sélectionné. Cette fonction a pour but de permettre de redessiner un morceau de polygone grossier sans avoir à scinder ses bords, remplacer puis ressouder. Par exemple, on peut remplacer une partie hachée d'un tracé par une courbe de Bézier ajoutée le plus près possible. Le tracé de substitution est un objet sélectionné qui n'a pas besoin de parfaitement coïncider à ses extrémités.

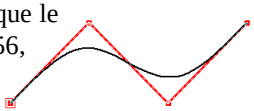


Dessin / Polygone / Simplifier le tracé élimine les aspérités d'un tracé haché, par exemple issu d'une vectorisation d'image *bitmap*, en cherchant à trouver le chemin le plus lisse possible qui respecte les arêtes saillantes significatives. Le tracé peut être un objet sélectionné ou bien un morceau d'objet situé entre les points sélectionnés en rouge et en bleu. A noter que le calcul est fastidieux et peut donc être très long.

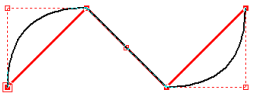


Dessin / Polygone / Lisser les angles crée un nouveau tracé adouci épousant la trajectoire du polygone sélectionné de manière à arrondir ses angles vifs. Le polygone est alors transformé en une courbe de Bézier plus ou moins serrée, selon le facteur de lissage choisi.

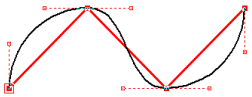
Dessin / Polygone / Créer la Beta-Spline équivalente construit la Beta-Spline à partir des sommets du polygone sélectionné, comme si vous pointiez un par un ces sommets pour la construire. On rappelle que le nombre maximal de points d'une Beta-Spline est de 256, ce qui laisse tout de même quelque latitude aux créativités débridées.



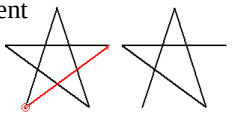
Dessin / Polygone / Créer la Quadra-Spline équivalente construit la Quadra-Spline à partir des sommets du polygone sélectionné.



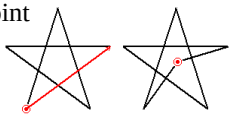
Dessin / Polygone / Créer la courbe de Bézier équivalente construit la courbe de Bézier à partir des sommets du polygone sélectionné.



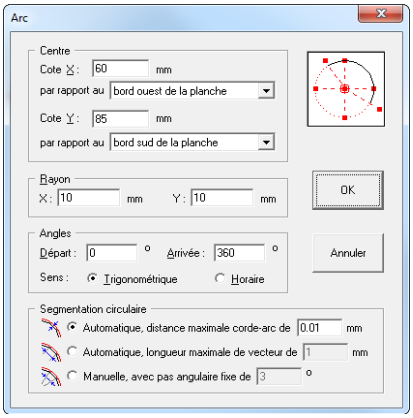
Dessin / Segment rouge / Supprimer efface le segment sélectionné en rouge et scinde ainsi la trajectoire de l'objet. La touche Suppr a le même effet lorsque le segment rouge a le focus.



Dessin / Segment / Interpoler un point ajoute un point intermédiaire dans le segment sélectionné en rouge, selon une distance à préciser, absolue ou proportionnelle à la longueur du segment (par défaut la moitié).



Dessin / Arc / Editer envoie directement la boîte de dialogue de cotation circulaire pour l'arc sélectionné, ce qui équivaudrait en fait à éditer ses propriétés géométriques puis appuyer sur la touche Entrée pour entrer les cotes circulaires et la méthode de segmentation.


Arc
Centre
Cote X : 60 mm
par rapport au bord ouest de la planche
Cote Y : 85 mm
par rapport au bord sud de la planche
Rayon
X : 10 mm Y : 10 mm
Angles
Départ : 0 °
Arrivée : 360 °
Sens : Trigonométrique Horaire
Segmentation circulaire
Automatique, distance maximale corde-arc de 0.01 mm
Automatique, longueur maximale de vecteur de 1 mm
Manuelle, avec pas angulaire fixe de 3 °
OK
Annuler

Dessin / Arc / Sélectionner tous les arcs (ouverts/fermés/elliptiques) sélectionne tous les arcs correspondants de la couche active du dessin.

Dessin / Arc / Sélectionner en filtrant les diamètres sélectionne tous les arcs de la couche active selon leur diamètre, entre un minimum et un maximum à indiquer.

Dessin / Arc / Changer le diamètre des arcs sélectionnés applique à tous les arcs sélectionnés un diamètre unique à indiquer.

Dessin / Arc / Définir un alésage remplace tous les cercles sélectionnés

par des alésages incluant la correction d'outil et le mode de fraisage, hélicoïdal ou perçage. Supprimer le contournage ramène aux cercles originels.

Dessin / Arc / Remplacer les cercles par des points supprime tous les cercles sélectionnés et les remplace par de simples points à leurs centres.

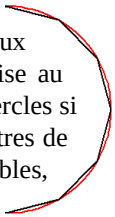
Dessin / Arc / Remplacer les points par des cercles supprime tous les points isolés sélectionnés comme objets pour les remplacer par des cercles selon le diamètre indiqué.

Dessin / Arc / Horaire impose un sens de parcours horaire à l'arc sélectionné ou édité. L'arc ne change pas d'aspect mais de sens, les points de départ et d'arrivés s'inversant.

Dessin / Arc / Trigo impose un sens de parcours anti-horaire à l'arc sélectionné ou édité.

Dessin / Arc / Fermé referme l'arc sélectionné ou édité. Le point de départ ne change pas.

Dessin / Arc / Complémentaire transforme l'arc sélectionné ou édité en son arc complémentaire s'il s'agit d'un arc ouvert.

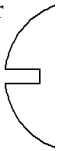


Dessin / Arc / Régler la segmentation définit le pas de vectorisation des arcs et ellipses, c'est à dire l'angle séparant deux segments consécutifs le long de l'arc. Cette segmentation est reprise au moment de l'usinage pour les arcs d'ellipses, ou encore les arcs de cercles si votre fraiseuse ne fait pas d'interpolation circulaire (voir les paramètres de la fraiseuse). Deux modes de segmentation automatique sont accessibles, qui réduisent le pas angulaire en proportion inverse du diamètre, ce qui fait que vous n'avez pas à vous soucier de la vectorisation quelle que soit la taille de l'arc : plus le diamètre est grand, plus la segmentation augmente, et réciproquement. Le résultat est arrondi à la valeur plancher sur l'échelle suivante : 0,1° (minimum) / 0,2° / 0,5° / 1° / 1,5° / 3° / 5° / 10° / 15° (maximum). Le mode automatique avec distance maximale corde-arc est sans doute le plus usuel dans les logiciels de CAO.

Dessin / Arc / Fixer une croix sur l'arc place une croix de repérage fixe rouge ou bleue sur la circonférence de l'arc sélectionné ou édité, selon un angle à préciser.

Dessin / Arc / Rétablir l'arc depuis le polygone retrouve les propriétés géométriques perdues d'un arc qui a été transformé en polygone.

Dessin / Encoche / Ajouter sert à placer des rainures de montage sur des formes découpées. La fonction opère par pointage direct sur les tracés : on positionne le point d'encoche quelque part sur un objet, puis on donne la direction de rainurage avec un second clic. Le logiciel demande alors de valider la largeur, la profondeur et l'angle de direction.



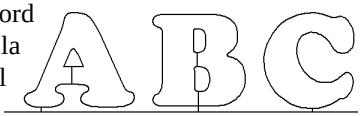
Dessin / Encoche / Supprimer efface une encoche ajoutée à un tracé. Cette encoche doit être pointée directement ; elle s'illuminera en vert.

Dessin / Encoche / Redimensionner change les caractéristiques d'une encoche à pointer (largeur, profondeur, angle). On peut pointer successivement plusieurs encoches à modifier.

Dessin / Encoche / Supprimer toutes effaces toutes les encoches des objets sélectionnés.

Dessin / Encoche / Redimensionner toutes change en une seule opération les caractéristiques des encoches posées sur les objets sélectionnés.

Dessin / Raccord fil-chaud / Point→point pose un raccord direct entre deux tracés indépendants, par pointage au vol d'un sommet sur chacun. L'objet qui en résulte est unique. Les fonctions "Raccord fil-chaud" servent principalement pour la découpe de polystyrène au fil chaud, où il n'est pas possible de faire des parcours de liaison outil relevé : le parcours d'usinage n'a qu'un seul point d'entrée dans la matière et un seul point de sortie. Si les points indiqués ne correspondent pas à une extrémité, le raccord fait un aller-retour.



Dessin / Raccord fil-chaud / Point→segment pose un raccord aller-retour entre un point d'un tracé et un segment d'un autre tracé.

Dessin / Raccord fil-chaud / Point→segment, horizontal fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours horizontal.

Dessin / Raccord fil-chaud / Point→segment, horizontal fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours vertical.

Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→point fait la même chose que la fonction précédente, le pointage devant commencer par le segment.

Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→point, horizontal fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours horizontal.

Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→point, vertical fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours vertical.

Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→segment pose un raccord aller-retour entre un segment d'un tracé et un segment d'un autre tracé.

Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→segment, horizontal fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours horizontal.

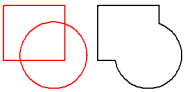
Dessin / Raccord fil-chaud / Segment→segment, vertical fait la même chose que la fonction précédente, le raccord étant toujours vertical.

Dessin / Raccord fil-chaud / Supprimer efface un raccord simple ou aller-retour entre deux objets, par pointage direct au vol.

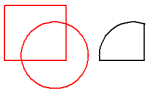
Dessin / Hachurage remplit l'intérieur de l'objet ou du parcours sélectionné avec des hachures. Reportez-vous au chapitre "Trajectoires d'outils" pour plus d'informations sur le hachurage et le cycle de poche.

Dessin / Cycle de poche remplit l'intérieur de l'objet ou du parcours sélectionné avec des contours successifs en cycle de poche.

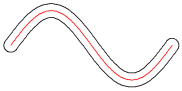
Dessin / Contour d'ensemble / Union construit un polygone de contour extérieur des objets sélectionnés. Le tracé de contour peut être ouvert.

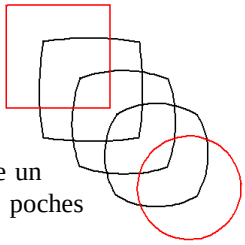


Dessin / Contour d'ensemble / Intersection construit un polygone de contour intérieur des objets sélectionnés.

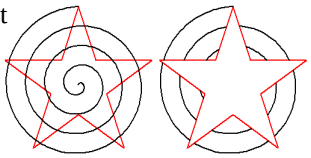


Dessin / Contour de tracé fait un contour fermé et distant de la trajectoire de l'objet sélectionné, comme les limites d'un trait épais arrondi aux extrémités. Si l'objet est fermé, le contour résultant comprendra deux objets distincts.

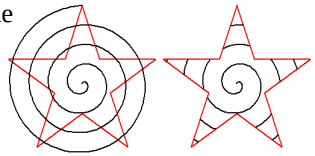




Dessin / Transmutation crée les tracés intermédiaires entre deux formes sélectionnées, lesquelles ne doivent pas être des parcours connectés. Par exemple, à partir de deux tracés représentant des courbes de niveau, cette fonction créera par interpolation des courbes intermédiaires, ou bien encore un objet et son îlot intérieur se verront adjoindre des poches successives de passage de l'un à l'autre.

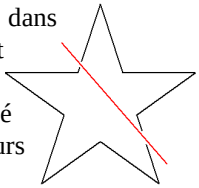


Dessin / Masquage / Intérieur scinde et élimine les parties d'objets non protégés se trouvant à l'intérieur de l'objet ou du parcours sélectionné. Cette fonction correspond à une incision (les tracés sont coupés avec création de nouveaux points à la césure) suivie d'une suppression des morceaux d'objets se trouvant à l'intérieur de l'objet sélectionné en rouge. Celui-ci peut néanmoins avoir un tracé ouvert. Les objets partiellement éliminés par masquage perdent leurs propriétés géométriques (arcs, courbes ou texte).



Dessin / Masquage / Extérieur fait la même chose en mode inverse, c'est à dire scinde et élimine les parties d'objets non protégés se trouvant à l'extérieur de l'objet ou du parcours sélectionné.

Dessin / Incision scinde les objets non protégés sur la trajectoire de l'objet sélectionné ou, à défaut, le long d'un fil de coupe à pointer. Le tracé de l'objet sélectionné fait office de lame coupant tout ce qu'elle croise. La différence avec la fonction "Dessin / Objet / Scinder" réside dans le fait que l'objet victime peut être découpé n'importe où, et pas juste à l'un de ses sommets existants. L'incision peut en outre être multiple, avec le fil pointé ou avec le tracé d'incision sélectionné en rouge. Les objets incisés perdent leurs propriétés géométriques (arcs, courbes ou texte).



Dessin / Limitation / Objets sélectionnés sur autres objets scinde et élimine l'extrémité la plus courte des objets non protégés coupant la trajectoire des objets sélectionnés. L'icone de raccord/limitation dans la série des polylignes peut s'avérer plus pratique dans la plupart des cas, mais l'avantage de cette commande est qu'elle peut opérer plusieurs limitations en une seule opération.

Son inconvénient est de ne pas demander quel bout supprimer des objets incisés : ce sera toujours le bout le plus court. Les objets élagués par limitation, quelle qu'en soit le mode, perdent leurs propriétés géométriques (arcs, courbes ou texte).

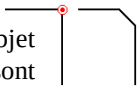
Dessin / Limitation / Objets sélectionnés entre eux scinde et élimine l'extrémité la plus courte des objets sélectionnés non protégés dont les trajectoires se coupent. Attention à la séquence de coupe.

Dessin / Limitation / Segment rouge sur segment bleu scinde et élimine l'extrémité la plus courte du segment sélectionné en bleu après l'intersection avec le segment sélectionné en rouge.

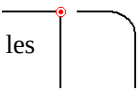
Dessin / Limitation / Segment bleu sur segment rouge scinde et élimine l'extrémité la plus courte du segment sélectionné en rouge après l'intersection avec le segment sélectionné en bleu.

Dessin / Limitation / Segment bleu et rouge entre eux scinde et élimine les extrémités les plus courtes des segments sélectionnés en bleu et en rouge après leur point d'intersection.

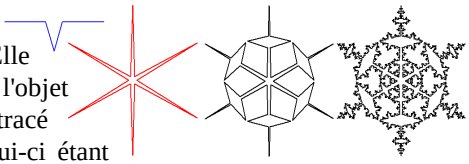
Dessin / Chanfrein fait un chanfrein au sommet défini par le point sélectionné en rouge ou sur tous les sommets de l'objet sélectionné. Plusieurs méthodes de définition du chanfrein sont accessibles, plus une règle de filtrage en cas d'application à tous les sommets d'un objet sélectionné.



Dessin / Arrondi fait de la même façon un arrondi au sommet défini par le point sélectionné en rouge ou sur tous les sommets de l'objet sélectionné.



Dessin / Fractale est une fonction à vocation artistique. Elle remplace chaque segment de l'objet sélectionné par un ajustement du tracé de l'objet sélectionné en bleu, celui-ci étant ouvert (extrémités non-jointives). On retrouve alors le tracé complet de l'objet bleu en lieu et place de chaque segment du tracé rouge. Cette opération n'est intéressante que réitérée plusieurs fois.



Dessin / Equation / Simple y=f(x) construit une courbe plane d'après une équation mathématique à préciser. Les irréductibles matheux seront aussitôt projetés avec délectation dans l'univers glacé et sophistiqué de la géométrie appliquée, tandis que les autres fuiront dare-dare vers les pages suivantes. A l'aide d'un peu d'équations et beaucoup de phosphore, vous pouvez créer une trajectoire 2D ou 3D réglée comme un polynôme. Attention, sans vouloir énoncer une académique platitude, nul n'entre ici s'il n'est géomètre. Deux petits exemples avec y=f(x) :

Sur une planche à dessin de dimensions 100 × 60 mm, appelez la fonction "Dessin / Equation / Simple y = f(x)" et entrez l'équation Y = `20*SIN(3,6*X)` dans la case qui lui est réservée. Mettez comme origine Yo = 30 mm et comme intervalle de définition pour X de 0 à 100 par pas de 1. Validez le tout : il en ressort comme un diable de sa boîte une magnifique courbe sinusoïde sur une période, que vous auriez pu dessiner beaucoup plus facilement en passant par l'icone *ad hoc*.

A noter que la fonction SIN( ) de l'analyseur syntaxique utilise des degrés et non des radians. Le résultat a donc été une variation de X de 0 à 100 par pas de 1, et par voie de conséquence un argument de sinus variant de 0 à 360. L'amplitude est représentée par le facteur multiplicateur à gauche du sinus, soient 20 mm, et la profondeur indiquée par la case Zo.

Une petite autre pour le plaisir : Y = `10*LOG(X)` avec X variant de 1 à 100 par pas de 1, et Yo = 30 mm.

Si vous abusez du zéro pour la fonction LOG( ), un message d'horreur et de réprobation viendra très probablement vous rappeler à l'ordre. Il en ira de même si vous avez la prétention de diviser par zéro, d'extraire une racine carrée négative et autres insanités qui feront hocher la tête des vrais initiés, sur eux notre salut.

Rappelons que **les fonctions de l'analyseur syntaxique sont aussi disponibles pour la saisie directe** de coordonnées ou valeurs en nombres réels. Par exemple, vous pouvez entrer "Abs(12.34+5.67*CosR(PI/8.9))" en lieu et place d'une cote X dans une boîte de dialogue, en espérant que ce travail sur vous-même vous aidera à accéder à la vie contemplative. Evidemment, le calcul est direct et la formule perdue sitôt le résultat validé.

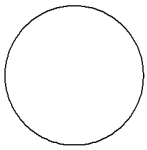
Les fonctions reconnues par l'analyseur syntaxique sont les suivantes :

ABS (...) valeur absolue de l'argument
ATG (...) arc tangente de l'argument, résultat en degrés
ATGR (...) arc tangente de l'argument, résultat en radians
COS (...) cosinus de l'argument, celui-ci en degrés
COSR (...) cosinus de l'argument, celui-ci en radians
CUBE (...) cube de l'argument
EXP (...) exponentielle népérienne de l'argument
FRAC (...) partie fractionnaire de l'argument
HCOS (...) cosinus hyperbolique de l'argument
HSIN (...) sinus hyperbolique de l'argument
INT (...) partie entière de l'argument
LN (...) logarithme népérien de l'argument
LOG (...) logarithme décimal de l'argument
RAND (...) entier aléatoire [0 ... argument[(max : 999)
RND (...) valeur entière arrondie de l'argument
SIN (...) sinus de l'argument, celui-ci en degrés
SINR (...) sinus de l'argument, celui-ci en radians
SQR (...) carré de l'argument
SQRT (...) racine carrée de l'argument
TG (...) tangente de l'argument, celui-ci en degrés
TGR (...) tangente de l'argument, celui-ci en radians

Constante reconnue : **PI**, sans parenthèses, et qu'il est inutile de présenter.

Dessin / Equation / Triple (x,y,z)=f,g,h(t) construit une courbe dans l'espace d'après trois équations. Les fonctions mathématiques disponibles sont les mêmes que celles décrites plus haut. Exemple, sur une planche à dessin de dimensions 100 × 60 × 30 mm, entrez les équations suivantes :

X = `20*COS(3,6*T)` Y = `20*SIN(3,6*T)` Z = `1`



Cette fois, la variable s'appelle T et parcourt un domaine de définition de 0 à 100 par pas de 1. Un cosinus sur X, un sinus sur Y, le tout développé sur 3,6 × 100 soient 360 degrés avec une amplitude globale de 20, tout ceci ressemble assez fort à un tracé de cercle de 20 mm de rayon, et dont acte.

N'oubliez pas de fixer le centre de votre planche pour Xo et Yo. A titre de récréation, vous pouvez vous amuser à entrer les équations décrites ci-après, pour une variable T variant de 0 à 1 par pas de 0,01, avec Xo et Yo toujours au centre de votre planche à dessin.

Spirale : X = **20*T*SIN(4*360*T)**
Y = **20*T*COS(4*360*T)**

Cardioïde : X = **10*(2*SIN(360*T)-SIN(2*360*T))**
Y = **10*(2*COS(360*T)-COS(2*360*T))**

Epicycloïde : X = **20*COS(360*T)-2*COS(10*360*T)**
Y = **20*SIN(360*T)-2*SIN(10*360*T)**

Trochoïde : X = **20*COS(360*T)-4*COS(10*360*T)**
Y = **20*SIN(360*T)-4*SIN(10*360*T)**

Lissajous : X = **30*SIN(2*360*T)**
Y = **30*SIN(3*360*(T+0.05))**

Pour le même prix, vous trouverez ci-après leurs équations générales, pour T variable angulaire variant de 0 à 360 (degrés) :

Spirale : X = **SIN(N*T)*R*T/360**
Y = **COS(N*T)*R*T/360**
où *N* est le nombre de spires et *R* le rayon maxi.

Cardioïde : X = **R*(2*SIN(T)-SIN(2*T))**
Y = **R*(2*COS(T)-COS(2*T))**
où *R* est la taille de la cardioïde.

Epicycloïde : X = **(R1+R2)*COS(T)-R2*COS(((R1+R2)/R2)*T)**
Y = **(R1+R2)*SIN(T)-R2*SIN(((R1+R2)/R2)*T)**
où *R1* et *R2* sont les rayons des cercles intérieur et extérieur de l'épicycloïde.

Trochoïde : X = **(R1+R2)*COS(T)-H*COS(((R1+R2)/R2)*T)**
Y = **(R1+R2)*SIN(T)-H*SIN(((R1+R2)/R2)*T)**
où *R1* et *R2* sont les rayons des cercles intérieur et extérieur de la trochoïde, et *H* le décalage du point mobile.

Lissajous : X = **AX*SIN(FX*T)**
Y = **AY*SIN(FY*(T+*Delta*))**
où *AX* et *AY* sont les amplitudes de l'ellipse de Lissajous, *FX* et *FY* les fréquences horizontale et verticale et *Delta* le tout petit déphasage entre les amplitudes.

Cette abominable litanie n'est certes pas exhaustive, tant s'en faut. La seule limite à la création de courbes patato-déliroïdales est l'imagination et accessoirement l'esprit de géométrie de l'utilisateur. Mais il n'y a pas que les maths dans la vie.

Et pour terminer en beauté, une petite équation triple qui va nous projeter violemment dans la troisième dimension, T variant de 0 à 600 par pas de 1 :

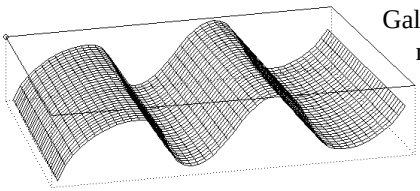
X = `20*COS(3,6*T)`
Y = `20*SIN(3,6*T)`
Z = `T/20`

Notez bien l'intervalle de définition de 0 à 600 qui va donner une variation angulaire derrière les sinus et cosinus de 0 à 2 160 degrés, soient 6 tours de roue. N'oubliez pas de poser le centre de la planche pour Xo et Yo. A première vue, le résultat est un bête cercle centré au milieu de la planche. Mais demandez une vue 3D de la chose et vous verrez qu'il s'agit en fait d'une hélicoïde qui s'enfonce dans la planche, ce qui semble évident vue la variation linéaire de Z. A vous de jouer : ici, tout est nombre.

Dessin / Maillage 3D / Rectangulaire construit un maillage 3D rectangulaire suivant le tracé XY de l'objet ou des deux objets sélectionnés. Deux exemples vont vous aider à comprendre :

Dessinez d'abord donc une courbe quelconque, par exemple une courbe de Bézier, en évitant que le tracé de gauche à droite ne fasse des rebroussements, c'est à dire qu'on trouve des points ayant la même coordonnée X. **La courbe doit avancer continuellement d'un bord à l'autre sans faire marche-arrière**, et c'est Y qui monte et descend.

Vous y êtes ? Sélectionnez la courbe et appelez la commande "Dessin / Maillages 3D / Rectangulaire". Il en sort une boîte de dialogue qui propose un intervalle de maillage et quelques paramètres annexes. Validez le tout sans vous poser trop de questions. Le pointeur de dessin réapparaît et vous demande de définir une surface de maillage rectangulaire. Pointez un rectangle de grandes dimensions occupant la majeure partie de la planche en longueur comme en largeur. Ne vous inquiétez pas pour la pauvre courbe qui est restée bloquée au milieu.



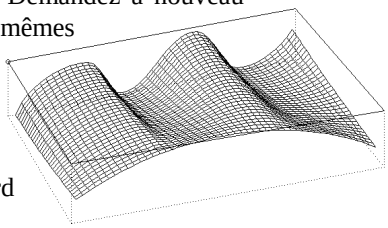
Galaad se charge alors de calculer le maillage délimité par votre zone rectangulaire en appliquant aux coordonnées Z la déformation qui suit la courbe de référence. La vue 3D est appelée automatiquement.

Selon le dessin de votre courbe et la taille de votre rectangle, il se peut que vous ayez accessoirement un message signalant une **profondeur maximale dépassée**. Accordez-lui un juste mépris. En deux temps, trois mouvements,

vous avez fabriqué un maillage décrivant une surface tridimensionnelle. Le reste du jeu n'est que variations sur ce thème.

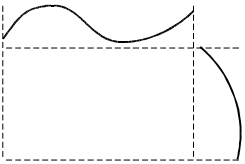
Revenons à la vue dans le plan XY. La courbe de référence est toujours sur la planche bien qu'ayant changé de couleur : Galaad l'a logiquement considérée comme un objet visuel qui ne doit pas être usiné. Pour autant, elle n'a pas perdu ses caractéristiques et reste modifiable.

Autre exemple, effacez votre maillage et dessinez une deuxième courbe, par exemple un arc de cercle large, et sélectionnez le tout, courbe et arc. Vous avez donc deux références sélectionnées. Demandez à nouveau un maillage rectangulaire avec les mêmes paramètres et pointez sa surface. Galaad va alors construire un maillage faisant la transition linéaire d'une forme à l'autre. La position Y de chaque courbe détermine laquelle sera la plus proche de chaque bord du rectangle.

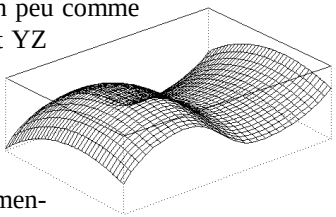


Dessin / Maillage 3D / Croisé construit un maillage 3D rectangulaire suivant le tracé XY de deux objets sélectionnés ayant des orientations générales perpendiculaires.

Tracez deux objets simples, par exemple une courbe de Bézier et un arc de cercle large. Disposez-les sur la planche de manière à ce que l'un et l'autre couvrent respectivement un parcours X et un parcours Y sans rebroussement.

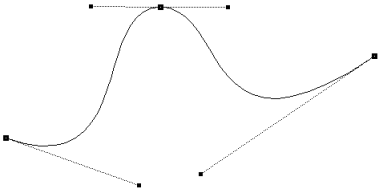


Sélectionnez-les ensemble, appelez la fonction et passez allègrement sur les paramètres de maillage. Galaad ne vous demande aucun pointage et construit alors un maillage avec les deux références, en utilisant la zone d'intersection X et Y des objets comme surface maillée. C'est un peu comme si vous aviez dessiné les coupes latérales XZ et YZ de votre maillage. Les variations de trajectoire Y du tracé "horizontal" sont appliquées aux profondeurs comme première référence, puis les variations X du tracé "vertical" sont appliquées par-dessus, pour augmenter l'effet 3D.



Dessin / Maillage 3D / Circulaire construit un maillage 3D circulaire

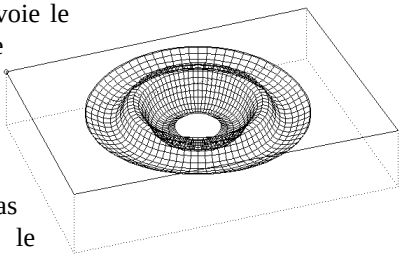
suivant le tracé XY de l'objet sélectionné en rouge, le parcours de gauche à droite de l'objet sélectionné allant du centre vers la périphérie du maillage.



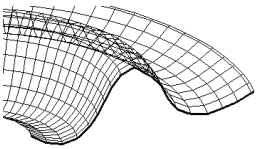
Nettoyez votre planche de tout ce qui s'y trouve et tracez une courbe sur le modèle ci-contre à l'aide de l'icone de dessin de courbes de Bézier. Faites encore une fois une courbe sans rebroussement en surplomb.

Sélectionnez la courbe et appelez la fonction, puis validez tels quels les paramètres de maillage. Dernière étape, vous devez dessiner deux arcs concentriques de rayons différents, un petit et un grand. Oubliez l'angle d'ouverture et l'angle d'orientation qui n'ont pas d'importance à ce stade.

Galaad calcule un peu, puis vous envoie le résultat sous forme d'un maillage circulaire ou annulaire de cercles concentriques et de segments rayonnants (mais pas forcément brillants). La vue quadruple est alors envoyée automatiquement si elle n'était pas déjà active, et vous pouvez admirer le résultat.

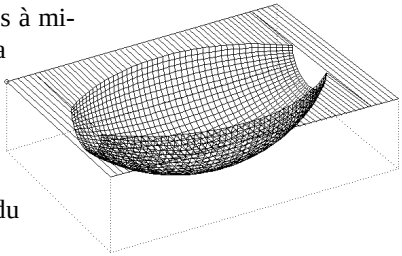


Une petite coupe le long d'un des pseudo-rayons du disque permet de retrouver la courbe de référence. La variation de profondeur de chaque rayon a suivi du centre à la périphérie le parcours exact de la courbe, de gauche à droite.



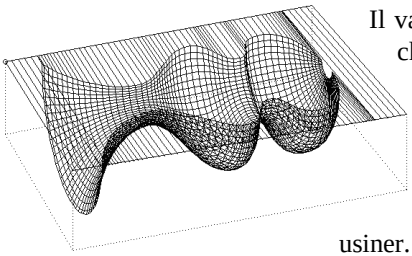
Là encore, peu importent les dimensions absolues de la courbe de référence puisqu'elle sera ajustée à la longueur des rayons, eux-mêmes définis par la distance entre le cercle central et le cercle périphérique. Vous pouvez d'ailleurs définir un cercle central à rayon nul - un simple point - pour éviter d'avoir un bête trou au centre. **Si vous avez sélectionné deux tracés de référence, le maillage suivra une transformation progressive de l'un à l'autre** (de l'angle de départ à l'angle d'arrivée). Ceci permet de créer des maillages partiels avec des angles d'ouverture limités, passant doucement d'un maillage à l'autre au gré des formes dessinées.

Dessin / Maillage 3D / Semi-révolution construit un maillage 3D semi-cylindrique à plat, suivant du parcours de l'objet sélectionné en rouge. Ce type de maillage est au cylindre ce que le maillage circulaire est au disque. Commençons par un exemple simple : à l'aide de l'icone de dessin d'arcs par trois points, tracez un arc de cercle assez large. Vous pouvez utiliser toute autre icone de dessin pour aboutir à un résultat à peu près analogue. Ne vous souciez pas de précision, mais par contre, sélectionnez-le et placez-le plutôt vers le haut de la planche. Appelez alors la fonction et passez allègrement sur la boîte de dialogue qui suit.



Positionnez l'axe horizontal à peu près à mi-hauteur de la planche et cliquez la position. Celle-ci sera promue au titre envié d'axe central de la révolution. Une fois encore, Galaad va se débrouiller tout seul et vous peaufiner un petit tour à sa façon pour fabriquer du relief.

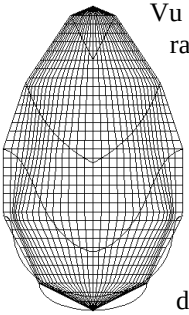
Si un message vient inopportunément vous signaler que la profondeur maximale autorisée dans la planche est dépassée, ne vous en souciez pas et cliquez sur "Ignorer". Le but est de comprendre comment ça fonctionne dans les grandes lignes, si l'on ose dire. Vous vous poserez toutes les questions relatives à l'épaisseur lorsqu'il s'agira d'usiner la chose pour de bon.



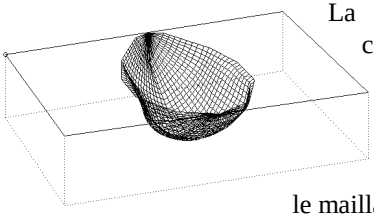
Il va de soi que vous pouvez faire la même chose avec d'autres objets de référence, et d'autant plus qu'ils décrivent un parcours bien tordu. Comme pour tous les autres types de maillage, évitez tout de même les rebroussements de trajectoire qui seraient difficiles à usiner.

Dessin / Maillage 3D / Faisceaux construit un maillage 3D suivant les parcours des deux objets sélectionnés en rouge et en bleu. Ce maillage reprend la technique de dessin de faisceaux entre un objet sélectionné en rouge et un autre sélectionné en bleu. Dans ce cas, il est nécessaire d'établir d'abord le parcours 3D de chacun de ces objets, à l'aide des fonctions d'inversion de plan XY vers XZ ou YZ. Galaad se contentera en effet de créer des faisceaux entre les deux, mais ajoutera tout de même le quadrillage perpendiculaire.

Dessin / Maillage 3D / Multi-sections construit un maillage 3D suivant les tracés successifs XZ des objets sélectionnés, par exemple des coupes transversales de profils de coque de bateau ou d'aile d'avion. La méthode ressemble au maillage rectangulaire. Le but est de dessiner des plans de coupes XZ successifs qui seront pris pour références dans le calcul et joints entre eux par le maillage. Chaque objet représente une section XZ déjà à sa place. Mais voyons ce que nous allons obtenir. Sélectionnez votre jeu de références, appelez la fonction et validez la boîte de dialogue.

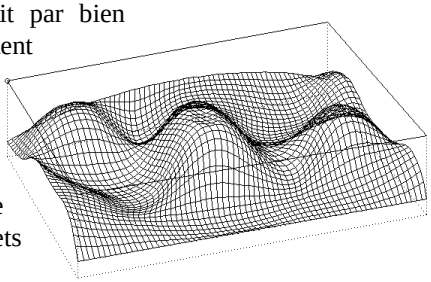


Vu de dessus, le résultat donne une impression d'ensemble qui rappelle les possibilités du maillage rectangulaire, en supposant que l'on en ferait une petite série dans laquelle deux surfaces consécutives auraient un plan de section en commun. La différence principale réside dans le fait que la trame s'ajuste cette fois précisément aux dimensions de chaque objet de référence et ne forme donc plus une succession de surfaces strictement rectangulaires. Le résultat suit donc la disposition et l'apparence de ces objets tels qu'ils ont été dessinés et projetés dans le plan XZ.



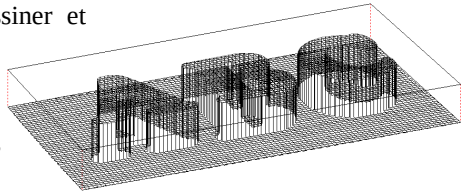
La vue 3D montre mieux le travail de construction du maillage. Les plans de coupe successifs (dessinés sur le plan XY puis projetés vers XZ) sont pris tels quels, sans aucun réajustement de position ou de dimension. Vous pouvez donc être sûr que le maillage leur correspondra exactement.

Avec un peu d'habitude, on finit par bien s'amuser et construire assez rapidement des maillages plus ou moins artistiques et à fort coefficient d'étrangeté, à défaut d'avoir une quelconque utilité. Notez que vous ne pouvez prendre pour sections de référence qu'un maximum de 32 objets sélectionnés.

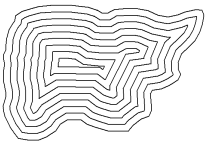


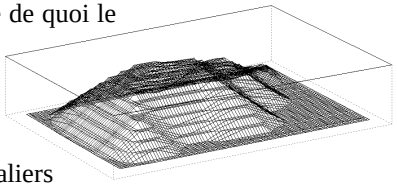
Si deux objets se croisent ou affleurent la même position inférieure Y, il y aura à cet endroit deux sections différentes, ce qui n'est pas possible, sauf à faire des virages infiniment serrés, ce que Galaad ne sait pas faire.

Dessin / Maillage 3D / Extrusion construit un maillage 3D extrudant sur l'axe Z les contours ou les trajectoires XY des objets sélectionnés. La méthode est assez simple : il suffit de dessiner et sélectionner des objets fermés dont soit la surface soit leur contour sera extrudé. Ces objets sont en place, et le maillage doit les recouvrir.

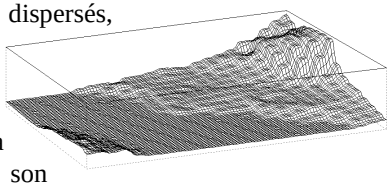


Dessin / Maillage 3D / Courbes de niveau construit un maillage 3D rectangulaire dont les mailles ont une profondeur qui dépend des objets sélectionnés, chaque courbe définissant un plan horizontal XY qui restera inchangé jusqu'à rencontrer une courbe de profondeur différente. Il est impératif que le maillage soit contenu dans le périmètre des courbes de niveau sélectionnées, faute de quoi le plan horizontal aux bordures ne peut être calculé. Les lignes de maillage peuvent être en 3D (variations Z obliques avec étirement des intervalles entre lignes) ou bien suivre des paliers correspondant aux niveaux moyens, par défaut ou par excès.

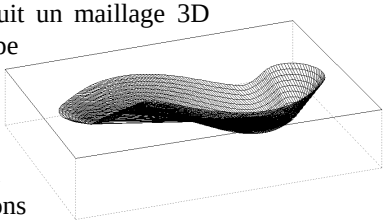


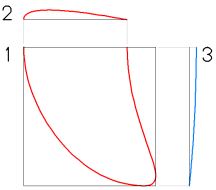


Dessin / Maillage 3D / Points relevés construit un maillage 3D modulé en Z par les profondeurs de points dispersés, sélectionnés ensemble. Ces points peuvent être par exemple issus d'un fichier de coordonnées topographiques libres XYZ. Chacun d'eux va attirer vers sa profondeur les mailles qui passent dans son voisinage, attraction modulable selon une fonction de lissage.

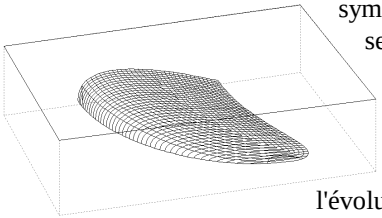


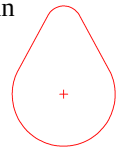
Dessin / Maillage 3D / Sillon construit un maillage 3D reproduisant un sillon d'usinage à coupe conique le long de la trajectoire de l'objet sélectionné. Les extrémités sont arrondies comme si ce sillon avait été dessiné par un outil à profil conique. La largeur du sillon est constante. Les variations de profondeur modulent l'angle des faces latérales du profil conique.



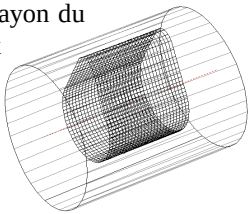


Dessin / Maillage 3D / Aileron construit un maillage 3D modélisant un aileron. Le contour de l'aileron et son demi-profil doivent être sélectionnés (objets n^{os} 1 et 2 sur le schéma ci-contre). Demi-profil signifie que l'aileron est symétrique. Ce demi-profil sera ajusté entre les points extrêmes de chaque section horizontale du contour de l'aileron. Il est en outre possible de définir une courbe annexe sur un axe vertical, définissant l'évolution de l'épaisseur du profil de haut en bas. Cette courbe doit alors être sélectionnée en bleu (objet n^{o} 3 sur le schéma).

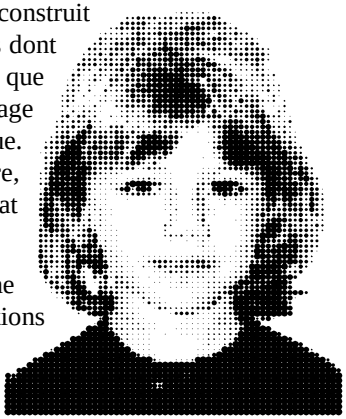




Dessin / Maillage 3D / Développement 4 axes construit un maillage cartésien dont le développement en usinage cylindrique reproduit la forme sélectionnée, avec rotation axiale autour de la croix rouge. Ce genre de maillage permet entre autres de modéliser rapidement une came parfaitement usinable avec une fraise plate en usinage 4 axes. Attention, il est très important que le rayon du cylindre à usiner corresponde à la distance entre la croix rouge (axe de rotation) et le sommet qui en est le plus éloigné, moins la profondeur minimale indiquée dans la boîte de dialogue. Si ce rayon n'est pas respecté, l'usinage déformera complètement le profil.



Dessin / Maillage 3D / Image de fond construit une matrice de points ou un maillage de lignes dont la profondeur varie selon l'image de fond. Pour que cette fonction opère sur une gravure, l'usinage doit être effectué par un outil à profil conique. Plus l'outil entre profondément dans la matière, plus son trou ou son sillon sera large. Le résultat est assez spectaculaire sur des photos.



Tout d'abord, il est nécessaire d'avoir une image de fond (voir plus loin les fonctions "Affichage / Image de fond"). Cette image de fond doit être petite, puisque chaque pixel correspondra à une ligne ou un point usiné. Si vous choisissez un intervalle par exemple de 1 mm entre les points, une

image de 100 pixels de haut donnera déjà 100 mm une fois usinée. Donc inutile de sortir les mégapixels, une photo à très basse résolution suffit amplement. Pour régler sa taille, appelez la fonction "Affichage / Image de fond / Dimensionner" jusqu'à ce qu'elle soit assez petite. Un contraste élevé est préférable.

Deux options sont donc possibles : la matrice de points de profondeurs variables ou le maillage de lignes par balayage horizontal 3D. Il va de soi que le maillage de lignes est beaucoup plus rapide à usiner. Une fois le maillage créé et sélectionné, vous pouvez l'agrandir et le positionner sur la pièce. Grâce à la fenêtre de cotation (touche Entrée), il est possible d'assombrir globalement l'image du maillage usiné en augmentant la profondeur Zo, ou bien augmenter le contraste en étirant le champ de profondeurs Dz. Le résultat final usiné pourra être visualisé avec "Affichage / Aspect final / Tracé" ou l'icone correspondante. Attention, un écran même à ultra-haute résolution aura toujours une précision finie, donc il est bien évident que le rendu final reste grossier par rapport à la réalité usinée. Le mieux est de zoomer fortement sur les détails lors du rendu final (simple clic, clic droit pour revenir en arrière). L'ajustage des cotes Zo et Dz avec Entrée est très importante à ce stade.

Astuce : vous pouvez usiner une plaque de plastique semi-opaque avec une fraise plate en inversant l'usinage et en utilisant une grande plage de profondeurs. La plaque vu du côté non-usiné laissera apparaître la photo par semi-transparence lorsque vous la mettrez devant une source de lumière.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Ajouter les mailles perpendiculaires construit le maillage perpendiculaire par rapport à celui sélectionné, passant par les mêmes points. Cette fonction ne peut fonctionner que sur un maillage cartésien.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Alterner le sens des mailles impose un sens de parcours alterné des lignes du maillage sélectionné.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Unifier le sens des mailles impose un sens de parcours unique des lignes du maillage sélectionné. Il est possible

d'utiliser aussi la fonction "Usinage / Parcours / Définir comme point de départ / Le point le plus…" sur un maillage cartésien.

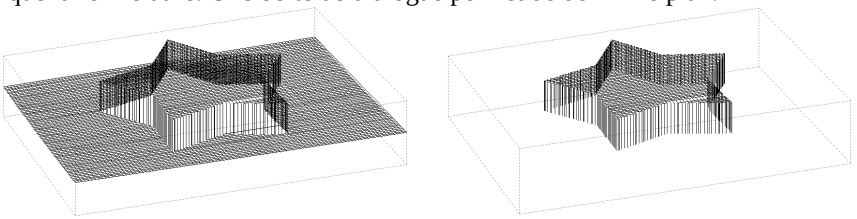
Dessin / Maillage 3D / Modifier / Souder les mailles relie entre elles les lignes parallèles du maillage sélectionné.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Séparer les mailles supprime les liens entre les lignes du maillage sélectionné.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Interpoler ajoute des lignes intermédiaires au maillage sélectionné. L'ajout est une simple interpolation sans recalcul global ni lissage des mailles.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Supprimer espace les lignes du maillage sélectionné en éliminant des intermédiaires.

Dessin / Maillage 3D / Modifier / Eliminer le plan horizontal supprime les mailles du fond ou de la surface supérieure du maillage pour ne conserver que la forme utile. Une boîte de dialogue permet de définir le plan.



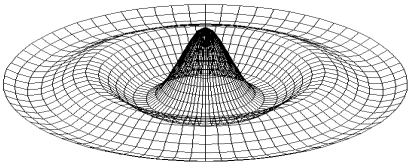
Dessin / Maillage 3D / Modifier / Ajouter le contour d'ensemble trace le polygone de contour du maillage sélectionné, quel que soit son type, par exemple pour en faire la découpe.

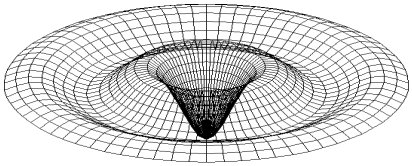
Dessin / Effets 3D / Sélectionner les objets 3D sélectionne tous les objets à profondeur variable qui sont accessibles sur le dessin.

Dessin / Effets 3D / Sélectionner des points par filtrage sélection en mode "groupe de points" les points ou sommets situés dans une plage de profondeur à indiquer. Le mode "groupe de points" correspond à l'icone jaune de même nom.

Dessin / Effets 3D / Inverser le parcours Z retourne les profondeurs

relatives des objets sélectionnés. Sur un parcours 3D, les creux de la trajectoire deviennent alors des bosses et vice-versa. Sur un groupe d'objets 2D½ avec différentes profondeurs, le plus haut devient le plus bas et tous les intermédiaires s'inversent.

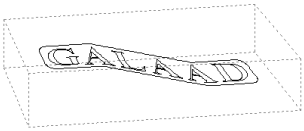




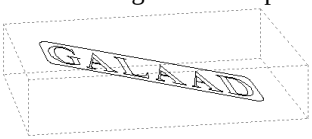
Dessin / Effets 3D / Inverser les plans X et Z intervertit les coordonnées X et Z des points de parcours de l'objet sélectionné.

Dessin / Effets 3D / Inverser les plans Y et Z intervertit les coordonnées Y et Z des points de parcours de l'objet sélectionné. Cette fonction est utile pour créer des maillages par multi-sections.

Dessin / Effets 3D / Encadrer par deux paliers Z impose un plancher et un plafond aux profondeurs de l'objet sélectionné. Toute coordonnée qui sort de cette plage est minimalisée ou maximalisée. Attention, les longues lignes ne sont pas vectorisées ; seules les coordonnées Z changent.



Dessin / Effets 3D / Projeter sur un plan incliné augmente les profondeurs des points de parcours de l'objet sélectionné selon la valeur de leur coordonnée X ou Y. Le plan incliné est XZ ou YZ ; les profondeurs relatives des objets entre eux sont conservées.



Dessin / Effets 3D / Appliquer sur l'arrière-plan change les coordonnées Z de l'objet sélectionné selon celles des objets qui se trouvent dans le voisinage, par exemple pour appliquer un texte sur un maillage. Les profondeurs de l'objet sélectionné sont additionnées à celles du voisinage, pondérées selon l'éloignement.

Dessin / Effets 3D / Moduler les profondeurs selon le profil bleu applique une redistribution des profondeurs des objets sélectionnés selon la courbe sélectionnée en bleu. Cette fonction sert par exemple à tasser ou étirer

un maillage de terrain pour mettre en valeur le relief. Si l'objet en bleu est une simple ligne droite à 45°, les coordonnées Z resteront inchangées. Si cet objet est un arc de cercle de 180° à 90°, alors les profondeurs les plus basses seront étirées et les profondeurs les plus hautes seront comprimées. La courbe en bleu représente le graphique de redistribution. Sa position et ses dimensions n'ont pas d'importance, seul compte son parcours hors échelle.

Dessin / Effets 3D / Suivre une pente continue augmente de façon régulière les profondeurs des points de parcours de l'objet sélectionné entre son point de départ et son point d'arrivée. L'augmentation de profondeur de chaque point est proportionnelle à la distance de celui-ci au point de départ (en suivant le parcours).

Dessin / Effets 3D / Suivre la pente du tracé bleu / Sur son parcours Y augmente ou diminue les profondeurs des points de parcours de l'objet sélectionné, en suivant les coordonnées relatives Y du tracé de l'objet sélectionné en bleu. Une fois encore, le tracé XY de l'objet bleu devient une référence pour faire des variations de profondeur avec Y devenant Z. La différence avec l'icone jaune "Torsion Z" est que la pente se fait le long du parcours de l'objet sélectionné et non pas le long de ses coordonnées X.

Dessin / Effets 3D / Suivre la pente du tracé bleu / Sur son parcours Z augmente ou diminue les profondeurs des points de parcours de l'objet sélectionné suivant les coordonnées relatives Z du tracé de l'objet sélectionné en bleu. Celui-ci est donc présumé avoir un parcours 3D.

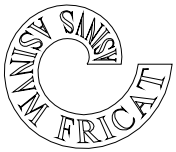
Dessin / Effets 3D / Créer un sillon 3D construit un polygone 3D dont la profondeur variable permet à un outil conique d'affleurer les parcours des deux objets sélectionnés, ceux-ci étant considérés comme les lèvres encadrant le nouvel objet créé. Le résultat est un effet *"carving"* modulant la profondeur selon la largeur du sillon à restituer. A noter que les deux objets de bordure doivent être ouverts.

Dessin / Effets 3D / Appliquer un effet de sillon 3D permet de faire varier la largeur d'un tracé usiné avec un outil conique, en modulant sa profondeur pour un effet *"carving"*. Le sillon devient plus profond le long de la trajectoire entre ses extrémités ou entre des angles vifs.

Dessin / Effets 3D / Transformer par équations soumet les coordonnées X, Y et Z de l'objet sélectionné à trois équations mathématiques de transforma-

tion. Les coordonnées soumises aux équations sont toujours prises comme variables, mais **relativement au coin sud-ouest de l'objet**. Ce qui veut dire que la position globale de celui-ci sur la planche ne change pas le résultat. Ces équations acceptent comme variables d'entrée les labels "X" et "Y" correspondant aux points constituant l'objet, étant bien entendu qu'en cas d'analyse d'équations multiples, ce sont les valeurs entrantes de ces coordonnées qui sont passées à la moulinette. La deuxième puis la troisième équation n'ont que faire du résultat des équations précédentes dans l'ordre d'analyse. Bon. Ne cherchez pas, c'est la cuisine interne de Galaad. N'oubliez pas non plus d'ajouter la valeur entrante des coordonnées à chaque équation si vous ne voulez pas aplatir complètement votre objet.

Par exemple, vous devez écrire Y = **Y+**`20*SIN(4*X)` et non pas Y = `20*SIN(4*X)`, faute de quoi votre objet torturé aura perdu toute son épaisseur Y à la sortie de l'équation.



Trois fois plus de phosphore pour une équation triple (on s'amuse bien...) :
X = `50+(2+Y+X/10)*COS(4*X)`
Y = `(2+Y+X/10)*SIN(4*X)`
Z = `X/10`

Ce petit jeu fonctionne très bien dans l'espace, il vous suffit d'ouvrir le fichier "`3D \ BOSSES`" pour le constater. On vous donne la petite recette : sur une planche de 100 × 60 × 20 mm, créez un réseau de lignes un peu serrées occupant la surface de votre planche, ceci grâce à une simple duplication. Sélectionnez le tout et agitez bien fort en transformant par équations, la formule magique étant X = `X` ; Y = `Y` (vous pouvez d'ailleurs ne rien mettre du tout dans ces cases-là, Galaad comprendra vite qu'on ne change rien), et surtout Z = `10+5*SIN(10*X)*SIN(10*Y)`.

Menu "Affichage"

Affichage / Couche active / Couche N définit la couche numéro N comme couche active, c'est à dire couche de travail. Les autres couches passent à l'arrière-plan. Sauf filtrage, les objets des couches inactives peuvent être usinés et sont grisés ou invisibles (voir ci-dessous les couches visuelles), mais inaccessibles pour les opérations de dessin. Aucune sélection ne subsiste dans une couche inactive. Il est en outre possible de limiter les accroches au vol du pointeur aux seuls objets de la couche active, option disponible dans les fonctions avancées de l'environnement de travail. A noter que l'icone jaune de sélection 100% (tout sélectionner) accompagnée de la touche Ctrl permet de sélectionner tous les objets sélectionnables (non verrouillés) de toutes les couches simultanément.

Affichage / Couche active / Transférer dans la couche active / les objets de la couche N reporte dans la couche active tous les objets contenus dans la couche N, laquelle est ainsi complètement vidée. Les objets ainsi transférés sont aussitôt sélectionnés (même ceux qui sont verrouillés, petite exception) à la place de la sélection courante, pour faciliter leur manipulation globale ou leur renvoi sous d'autres cieux.

Affichage / Couches visuelles / Couche N autorise ou interdit l'affichage des objets situés dans la couche numéro N. A noter que la couche active est forcément visuelle durant son activité, sinon il serait difficile de travailler.

Affichage / Couches visuelles / Toutes les couches autorise l'affichage de tous les objets quelle que soit la couche dans laquelle ils sont situés.

Affichage / Couches visuelles / Uniquement la couche active limite l'affichage des objets aux seuls présents dans la couche active. En cas de changement de couche active, l'affichage exclusif passe à la nouvelle.

Affichage / Couches visuelles / Identifier les couches permet de donner un nom et une couleur à chaque couche du dessin. Ces noms de couches ne sont pas liés à un fichier en particulier et resteront valides quel que soit le dessin. Même après avoir chargé ou initialisé un nouveau fichier, vous pouvez récupérer les derniers noms et couleurs de couches qui ont été utilisés, à l'aide des boutons "Précédents" de la boîte de dialogue.

Affichage / Couches visuelles / Limiter les accroches à la couche active

permet de n'accepter les propositions d'accroche au vol du pointeur que pour des objets de la couche active (ou à défaut de toutes les couches). On retrouve cette option dans les paramètres avancés d'environnement de travail, mais le fait qu'elle soit accessible dans un menu la rend programmable par une touche de fonction afin de changer de mode rapidement.

Affichage / Tracé / Fin affiche en traits fins les objets de la couche active. Les objets des autres couches seront toujours en traits fins et grisés.

Affichage / Tracé / Gras affiche en traits épais les objets situés dans la couche active.

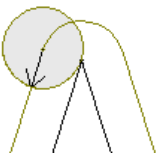
Affichage / Tracé / Selon chaque objet affiche les objets de la couche active selon leurs définitions de tracé (voir l'icone verte *ad hoc* pour la définition des couleurs et épaisseurs de traits). Rappelons que l'épaisseur d'un tracé à l'écran n'a rien à voir avec le résultat usiné, que l'on peut voir à l'aide de la fonction "Affichage / Aspect final / Tracé", décrite ci-après.

Affichage / Tracé / Parcours / Points d'entrée affiche une petite croix aux points d'entrée des parcours de tous les objets de la couche active. Ceci peut faciliter le repérage des points de plongée de l'outil.

Affichage / Tracé / Parcours / Points de connexion met en valeur (avec un petit cadre) les points de connexion des objets de la couche active intégrés dans un parcours connecté.

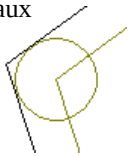
Affichage / Tracé / Parcours / Tous les points met en valeur tous les points de parcours des objets de la couche active. Le dessin est assez vite surchargé, surtout avec des courbes, et l'affichage ralenti d'autant.

Affichage / Tracé / Contournage / Points d'entrée trace aux points d'entrée des trajectoires de contournage un cercle représentant le diamètre de l'outil assurant le parcours. Une petite flèche donne en plus la direction suivie, ce qui facilite le contrôle visuel pour les objets fermés.



Affichage / Tracé / Contournage / Points de sortie trace aux points de sortie des trajectoires de contournage un cercle représentant le diamètre de l'outil assurant le parcours.

Affichage / Tracé / Contournage / Sommets (ébauche) trace aux points saillants des trajectoires d'ébauche de contournage un cercle représentant le diamètre de l'outil assurant le parcours. L'angle de seuil pour définir ces points saillants est réglable dans la boîte de dialogue de la commande "Usinage / Contournage / Paramètres avancés".



Affichage / Tracé / Contournage / Sommets (finition) trace aux points saillants des trajectoires de finition de contournage un cercle représentant le diamètre de l'outil assurant le parcours.

Affichage / Tracé / Protections affiche un petit bouclier près des points d'entrée des objets protégés.

Affichage / Tracé / Ancrages absolus affiche une petite ancre près des points d'entrée des objets ancrés sur leur position.

Affichage / Tracé / Pauses d'usinage affiche une petite croix près des points d'entrée des objets pour lesquels une pause est demandée. Rappelons qu'une pause est un message de confirmation envoyé à l'écran avant d'usiner l'objet, le processus restant alors en attente. La pause est définissable dans la boîte de dialogue des données d'usinage (profondeur, vitesse et outil).

Affichage / Tracé / Sens de parcours affiche une petite flèche près des points d'entrée des objets, indiquant le sens de parcours qui n'est pas toujours visible pour les objets fermés non contournés.

Affichage / Tracé / Identificateurs / Aucun efface les petits identificateurs numériques affichés près des points d'entrée des objets de la couche active (voir ci-dessous les identificateurs possibles).

Affichage / Tracé / Identificateurs / Séquence ajoute un petit identificateur donnant le numéro de séquence d'usinage près des points d'entrée des objets de la couche active.

Affichage / Tracé / Identificateurs / Outils ajoute un petit identificateur donnant le numéro d'outil d'usinage près des points d'entrée des objets de la couche active.

Affichage / Tracé / Identificateurs / Profondeurs ajoute un petit identifi-

cateur donnant la profondeur (ou la gamme de profondeur pour les objets 3D) près des points d'entrée des objets de la couche active.

Affichage / Tracé / Identificateurs / Changements Z ajoute un petit identificateur donnant la profondeur près des points de parcours des objets de la couche active qui marquent un changement de profondeur.

Affichage / Tracé / Identificateurs / Vitesses d'avance ajoute un petit identificateur donnant la vitesse d'avance près des points d'entrée des objets de la couche active.

Affichage / Coloration des tracés / Indistincte affiche en noir les tracés de tous les objets de la couche active, sans distinction. En fait de noir, qui est la couleur de dessin par défaut sur fond blanc, la couleur est définissable dans "Paramètres / Couleurs", à la case "Tracés principaux".

Affichage / Coloration des tracés / Selon chaque couche affiche les tracés des objets selon la couleur de leur couche. La couleur de couche est définissable dans "Affichage / Couches visuelles / Identifier les couches".

Affichage / Coloration des tracés / Selon chaque outil affiche les tracés des objets de la couche active selon la couleur de leur outil d'usinage. La couleur propre à chaque outil est définissable dans "Paramètres / Outils".

Affichage / Coloration des tracés / Selon chaque objet affiche les tracés des objets de la couche active selon la couleur qui leur a été affectée grâce à l'icone verte de définition de couleur et épaisseur de trait.

Affichage / Coloration des tracés / Outil par défaut & autres affiche en noir (en fait la couleur des tracés principaux) les tracés des objets de la couche active usinés avec l'outil par défaut, et en grisé (en fait la couleur des tracés secondaires) les objets usinés avec un autre outil. Ce mode de coloration est probablement l'un des plus utiles.

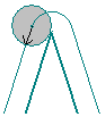
Affichage / Coloration des tracés / Profondeur par défaut & autres affiche en noir les tracés des objets de la couche active usinés à la profondeur courante de dessin, et en grisé les objets usinés à une autre profondeur.

Affichage / Coloration des tracés / Vitesse par défaut & autres affiche en noir les tracés des objets de la couche active usinés avec la vitesse d'avance

courante de dessin, et en grisé les objets usinés avec une autre vitesse.

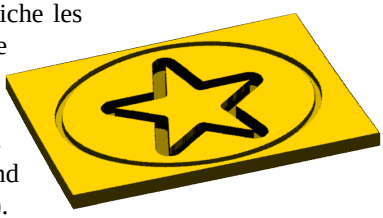
Affichage / Coloration des tracés / Fond noir affiche le fond de planche en noir, la couleur de tracé normal devenant alors le vert clair. A noter que toutes les couleurs d'affichage sont réglables via "Paramètres / Couleurs".

Affichage / Aspect final / Tracé affiche de façon temporaire les tracés réels obtenus par le passage des outils en tenant compte de leurs diamètres et profils. Seule la couche active est concernée. En outre, si des objets sont sélectionnés, ils seront seuls affichés. Lors de l'affichage de l'aspect final, **le bouton gauche de la souris permet alors de zoomer en avant et le bouton droit de revenir à la vue globale**. On peut changer rapidement les couleurs d'avant-plan et d'arrière-plan, à gauche de l'écran sous les icones de dessin dans la case de mini-zoom. Ceci reste valable pour les autres affichages en aspect final.



Affichage / Aspect final / Filaire affiche de façon passive les tracés effectivement obtenus par le passage des outils en tenant compte des diamètres, dans une vue 3D maillée.

Affichage / Aspect final / Surface affiche les tracés effectivement obtenus par le passage des outils en tenant compte de leurs diamètres et des profondeurs de fraisage, dans une vue 3D avec rendu des surfaces usinées. L'orientation de cette vue reprend celle de la vue 3D plane (ou vue quadruple).



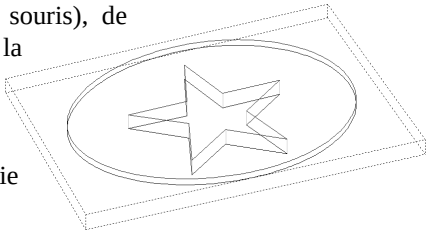
Affichage / Aspect final / Paramètres règle les quelques paramètres de maillage et d'affichage pour la vue finale 3D filaire.

Affichage / Tracé final permanent affiche en permanence la trace usinée de l'objet, calculée selon le diamètre de l'outil. La couleur est réglable dans "Paramètres / Couleurs" sous la rubrique "Auréole de points", laquelle correspond aussi à la mise en valeur des points isolés.

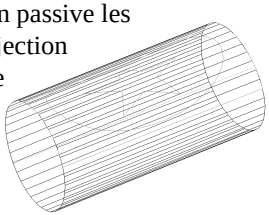
Affichage / Vue quadruple coupe la zone d'affichage de la planche en quatre vues (principale XY, latérale XZ, latérale YZ et 3D). La disposition des vues est réglable dans les généralités de l'environnement de

travail. La partie 3D de cette vue quadruple affiche en plus les tracés projetés à plat sur la face supérieure de la pièce. Le fait de double-cliquer sur cette partie 3D fait passer en mode pleine page, et retour. Les tracés projetés à la surface supérieure restent visibles dans ce cas, alors qu'ils ne sont normalement pas affichés en vue 3D pleine page. Appeler cette fonction en appuyant simultanément sur la touche Ctrl affiche la partie 3D en vue tournante temporaire.

Affichage / Vue 3D / Plane affiche de façon passive les trajectoires dessinées dans une vue 3D pleine page, avec possibilité d'orienter l'angle de vue (bouton gauche de la souris), de déplacer la vue à plat (bouton droit de la souris) ou zoomer (roulette de la souris ou touches + / -). Appeler cette fonction en appuyant simultanément sur la touche Ctrl affiche la partie 3D en vue tournante temporaire.



Affichage / Vue 3D / Cylindrique affiche de façon passive les trajectoires dessinées dans une vue 3D avec projection cylindrique paramétrable (diamètre, angle de développement de la projection). En fait de cylindre, on rappelle qu'un objet sélectionné en bleu peut donner le profil extérieur de révolution, valable aussi pour l'usinage.



Affichage / Vue 3D / Détaillée affiche de façon passive les trajectoires dessinées dans une vue 3D, avec projections sur la surface supérieure. Les détails sont affichés seulement dans la petite vue 3D, pas dans la grande. Mais si vous double-cliquez sur la petite vue, elle sera agrandie avec les détails.

Affichage / Palette de cotation / Aucune enlève les palettes de cotation rapide au-dessus de la planche à dessin. Voir la section "Palettes de cotation rapides" en fin de chapitre "Techniques avancées de dessin" pour l'utilisation des palettes de cotation. N'oubliez pas que le clic (gauche ou droit) sur la case de titre à gauche fait passer à la palette suivante ou précédente.

Affichage / Palette de cotation / Couches affiche une palette de cotation permettant une gestion rapide des objets dans les couches de dessin.

Affichage / Palette de cotation / Outils affiche une palette de cotation

permettant une gestion rapide des outils affectés aux objets dessinés.

Affichage / Palette de cotation / Profondeurs affiche une palette de cotation permettant une gestion rapide des profondeurs.

Affichage / Palette de cotation / Vitesses d'avance affiche une palette de cotation permettant une gestion rapide des vitesses d'avance.

Affichage / Palette de cotation / Couleurs de traits affiche une palette de cotation permettant une gestion rapide des couleurs de tracé.

Affichage / Palette de cotation / Epaisseurs de traits affiche une palette de cotation permettant une gestion rapide des épaisseurs de tracé.

Affichage / Marges fait apparaître des marges latérales autour de la planche à dessin, afin de vérifier si des trajectoires ont repoussé les limites. Les marges latérales sont passives et il n'est pas possible de dessiner dedans.

Affichage / Réglettes fait apparaître les réglettes de mesure à gauche et sous la planche à dessin, ainsi que sur les vues latérales. Les réglettes sont purement visuelles ; cliquer ou pointer dessus n'appelle aucune fonction.

Affichage / Trame de fond / Aucune enlève la trame visuelle de fond sur la planche.

Affichage / Trame de fond / Points fait apparaître une trame visuelle de points sur la planche.

Affichage / Trame de fond / Croix fait apparaître une trame visuelle de croix sur la planche.

Affichage / Trame de fond / Graduations fait apparaître une trame visuelle de graduations sur la planche, qui correspondent aux réglettes.

Affichage / Trame de fond / Lignes fait apparaître une trame visuelle de lignes sur la planche.

Affichage / Trame de fond / Matrices fait apparaître une trame visuelle millimétrée sur la planche, qui correspond aux réglettes.

Affichage / Trame de fond / Régler le pas permet de définir la distance entre deux lignes de la trame de fond (mode autre que "Matrices").

Affichage / Image de fond / Active fait apparaître ou disparaître l'image de fond à calquer sous la planche à dessin.

Affichage / Image de fond / Ouvrir ouvre une image de fond BMP, GIF ou JPEG (avec conversion automatique en noir et blanc) à calquer sous la planche à dessin. Le zoom reste valide jusqu'à un certain agrandissement. L'image de fond est bien évidemment passive et ne sera pas usinée. Elle ne sert qu'au calque. Voir aussi la fonction "Dessin / Maillages 3D / Image de fond" pour créer un parcours d'usinage à partir de l'image de fond. A noter que, pour calquer un dessin sur une image de fond, il est en général préférable que celle-ci soit éclaircie (ou assombrie en cas de fond noir).

Affichage / Image de fond / Coller colle sur la planche l'image de fond copiée dans le presse-papiers Windows.

Affichage / Image de fond / Dimensionner agrandit ou rétrécit l'image de fond, en pourcentage de l'original. Galaad doit préparer l'image de fond avant son affichage, notamment pour la faire passer en niveaux de gris, opération qui peut s'avérer longue. Il est donc recommandé de ne pas utiliser des images originales trop grandes pour les rétrécir ensuite ici.

Affichage / Image de fond / Positionner règle sur la planche à dessin la position de l'image de fond, par pointage direct de son centre.

Affichage / Image de fond / Cadrer permet de définir le cadre de positionnement de l'image de fond, comme un rectangle à pointer.

Affichage / Image de fond / Eclaircir augmente la luminosité globale de l'image de fond.

Affichage / Image de fond / Assombrir réduit la luminosité globale de l'image de fond.

Affichage / Image de fond / Contraster augmente le contraste global de l'image de fond.

Affichage / Image de fond / Adoucir réduit le contraste global de l'image

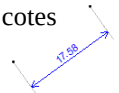
de fond.

Affichage / Image de fond / Originale rétablit l'image de fond dans sa luminosité et son contraste originaux.

Affichage / Image de fond / Négative inverse la luminosité des pixels de l'image de fond, pour la faire apparaître en négatif.

Affichage / Annotation globale affiche ou cache l'annotation neutre donnée à la planche à dessin avec "Fichier / Annotation".

Affichage / Cotes visuelles / Actives affiche ou cache les cotes visuelles qui ont été placées sur le dessin. Voir aussi la fonction "Paramètres / Cotes visuelles".



Affichage / Cotes visuelles / Recalculer toutes recalcule toutes les cotes visuelles dynamiques qui ont été placées sur le dessin.

Affichage / Cotes visuelles / Effacer toutes supprime toutes les cotes visuelles qui ont été placées sur le dessin.

Affichage / Tout désélectionner désélectionne tout ce qui est sélectionné, même les sélection qui n'ont pas le focus. Le raccourci au clavier est Echap. Changer de couche fait la même chose, sauf si l'on passe par la palette de cotation rapide.

Affichage / Pointeur de dessin règle les caractéristiques et la taille du pointeur de dessin en croix.

Affichage / Calculatrice appelle la calculatrice Windows, en espérant qu'elle est dans son dossier habituel. On rappelle que, dans une boîte de dialogue de Galaad, il est possible d'entrer une formule mathématique à la place d'une valeur numérique.

Affichage / Rafraîchir reconstruit l'affichage en cours. Le raccourci au clavier est Ctrl Espace.

Menu "Texte"

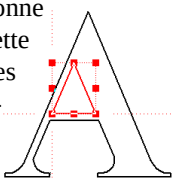
Texte / Style appelle la boîte de dialogue de réglage des paramètres de style de dessin de textes (police, taille, remplissage, espacements, *etc.*). *Nota :* le crénage automatique (ou "Kerning") désigne le rapprochement de deux lettres consécutives qui peuvent se chevaucher pour éviter un espacement constant disgracieux (par exemple un "A" suivi d'un "V", ou encore un "L" suivi d'un "T", *etc.*).

Galaad fournit une cinquantaine de polices de caractère adaptées à la gravure, dont des polices simple trait, par exemple un "I" majuscule est un trait unique et non un rectangle. Ces polices sont précédées de "G - ". Les autres polices, commençant par "TT - ", sont celles installées par Windows, et on ne va pas en détailler le fonctionnement ici. Par définition, un glyphe TrueType est constitué d'un ou plusieurs parcours fermés, puisqu'un remplissage se fait à l'écran ou à l'imprimante ; on n'est pas censé avoir un trait infiniment fin. Il existe des polices TrueType de type "bâton" ou les lettres n'ont pas d'épaisseur, mais elle sont quand même constituées de parcours fermés, c'est-à-dire par exemple qu'un "I" majuscule sera fait de deux segments superposés faisant un aller-retour. Pour éviter des parcours d'usinage inutiles, vous pouvez dans ce cas activer l'option "Eliminer les traits superposés (polices fines). Galaad ne conservera alors que les traits utiles.

Dans de la gravure par le fond sur un matériau transparent, le remplissage des lettres peut se faire à une profondeur moindre que celle des contours, par exemple 50 %, pour un bel effet visuel.

Texte / Arranger les lettres sélectionne une par une les lettres graphiques du texte sélectionné pour un positionnement de chacune indépendamment du restant du texte. Le passage d'une lettre à l'autre se fait ensuite à l'aide de la touche ⇆ (tabulation, accompagnée ou non de la touche ⇧). Cette commande se retrouve parmi les icones de dessin de la série "Texte".

Texte / Sélectionner les îlots intérieurs sélectionne automatiquement les tracés intérieurs du texte sélectionné. Cette fonction peut servir à appliquer un contournage inversé sur les îlots intérieurs, bien que, normalement, la fonction de contournage s'inverse toute seule sur les îlots des textes, ou bien à faire un hachurage intérieur pour un texte en relief.



Texte / Editer appelle la boîte de dialogue de modification du texte

sélectionné et de sa mise en paragraphe. Cette commande se retrouve parmi les icones de dessin de la série "Texte", ou avec le double-clic sur un texte.

Texte / Reconstruire recrée complètement le dessin du texte sélectionné en utilisant tous ses paramètres. Si des lettres ont été déplacées ou modifiées, les changements seront alors perdus.

Texte / Convertir en polygones transforme le texte sélectionné en un jeu de simples polygones et courbes ayant perdu toutes les propriétés spécifiques aux textes (style, paragraphe et texte). Les objets restent associés.

Texte / Séparer scinde le texte en deux blocs distincts de part et d'autre de la lettre qui a été sélectionnée avec la fonction "Texte / Arranger les lettres".

Texte / Fusionner rassemble en un bloc unique les différents blocs de texte sélectionnés dans l'ordre de leur séquence. Les paramètres de style et de paragraphe sont ceux du premier texte de la séquence. Un retour à la ligne intervient entre chaque bloc fusionné.

Texte / Sens d'écriture règle les sens d'écriture primaire et secondaire, pour un dessin de textes dans une écriture exotique utilisant une autre logique de parcours. A ne pas confondre avec la direction de rotation du paragraphe lui-même, qui peut être pivotée par quarts de tour.

Texte / Incrémenter augmente automatiquement d'une unité le bloc de texte sélectionné, qu'il soit normal ou auto-incrémental.

Texte / Décrémenter diminue automatiquement d'une unité le bloc de texte sélectionné.

Texte / Compter écrit automatiquement des lignes de texte comprenant des nombres successifs croissants ou décroissants.

Texte / Changer tous, allant de pair avec la fonction précédente, remplace tous les textes sélectionnés par un nouveau texte à écrire, en une seule opération.

Texte / Fichier texte écrit automatiquement des lignes de texte récupérées dans un fichier. Le texte peut ensuite être édité normalement.

Menu "Paramètres"

Paramètres / Environnement de travail / Généralités donne accès aux paramètres généraux de l'application. Reportez-vous au chapitre consacré à l'environnement de travail.

Paramètres / Environnement de travail / Fonctions avancées donne accès aux paramètres avancés de l'application. Reportez-vous au chapitre consacré à l'environnement de travail.

Paramètres / Environnement de travail / Restrictions / Niveau 1-3 charge directement un des trois niveaux de restriction prédéfinis dans les fichiers NIVEAU-N.CUS, fournis à l'installation (mais modifiables).

Paramètres / Environnement de travail / Restrictions / Ouvrir charge directement un jeu de restrictions prédéfini et enregistré. Les fichiers de restrictions sont dans le sous-répertoire "CONFIG".

Paramètres / Environnement de travail / Restrictions / Définir permet de supprimer sur mesure des fonctionnalités dans les menus, les icones de dessin et dans l'espace de travail. Reportez-vous au chapitre consacré à l'environnement de travail.

Paramètres / Environnement de travail / Ignorer les restrictions permet de ne pas tenir compte des restrictions qui ont été imposées à l'environnement de travail, et donc revenir en mode complet.

Paramètres / Environnement de travail / Changer le mot de passe demande le mot de passe courant et un nouveau. A noter en cas d'oubli que le mot de passe est stocké dans le fichier PASSWORD.TXT présent dans le répertoire d'installation de Galaad.

Paramètres / Couleurs donne accès à toutes les couleurs d'affichage des composants visuels de Galaad et du module d'usinage.

Paramètres / Touches de fonctions permet d'associer à chaque touche de fonction F1 à F12 une commande choisie dans un menu, seule ou accompagnée de la touche Ctrl. Il suffit de cliquer sur la ligne correspondante puis aller chercher une commande en haut dans les menus. A noter que la touche F10 est généralement réservée par Windows, et donc non assignable.

Paramètres / Cotes visuelles règle le style graphique des cotes visuelles placées sur le dessin, pour l'écran et pour l'imprimante.

Paramètres / Réseau / Poste de travail définit les caractéristiques du poste de travail sur le réseau local. Voir le chapitre consacré à l'utilisation de Galaad en réseau.

Paramètres / Réseau / Groupe de travail indique à partir du poste principal le nom du groupe de travail à suivre pour les postes secondaires sur le réseau. Voir le chapitre consacré à l'utilisation de Galaad en réseau.

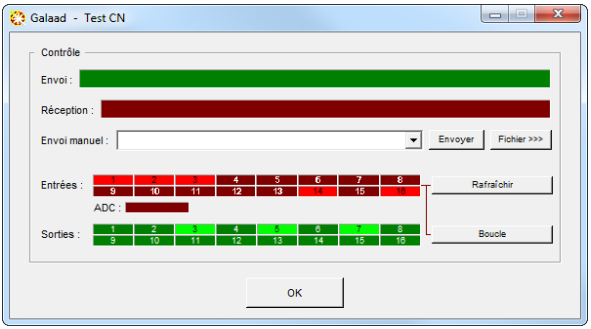
Paramètres / Réseau / Mettre l'environnement à jour enregistre les paramètres courants s'il s'agit du poste principal, ou recharge les paramètres sur le réseau s'il s'agit d'un poste secondaire. Voir le chapitre consacré à l'utilisation de Galaad en réseau.

Paramètres / Outils permet d'indiquer en détail les caractéristiques de chaque outil en magasin. Voir le chapitre "Trajectoires d'outils".

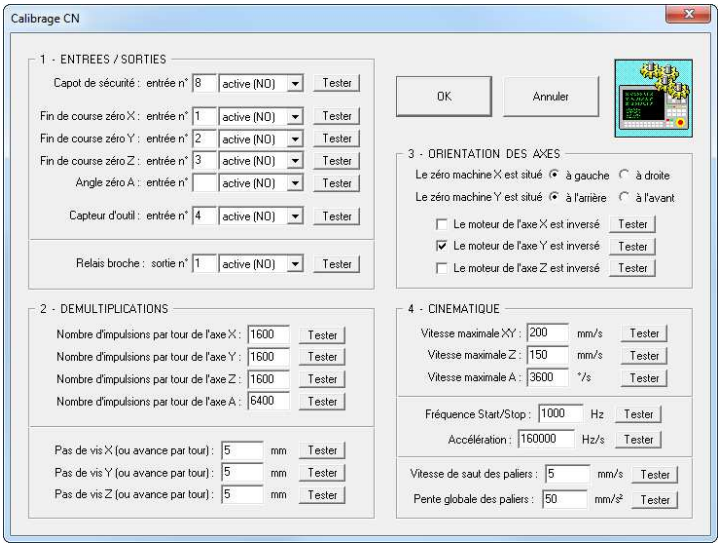
Paramètres / Fraiseuse / Principaux donne accès rapide aux principales caractéristiques de la fraiseuse. Voir ce chapitre.

Paramètres / Fraiseuse / Complets donne un accès détaillé à tous les paramètres de la fraiseuse. Voir ce chapitre.

Paramètres / Fraiseuse / Test E-S ouvre une fenêtre de contrôle des entrées/sorties de la machine, sans piloter de mouvement ni de course de recalage préalable. Cette fonction sert à vérifier les connexions électriques. Voir aussi la fonction "Usinage / Pilotage manuel".



Paramètres / Fraiseuse / Calibrage ouvre une fenêtre d'aide au calibrage semi-automatique de votre machine (entrées, démultiplications, orientation, cinématique). Cette fonction est plus particulièrement destinée aux personnes qui ont construit leur machine ou ont monté une électronique de commande différente de l'originale. Galaad enregistrera les paramètres calibrés.


Calibrage CN
1 - ENTREES / SORTIES
Capot de sécurité : entrée n° 8 active (NO) Tester
Fin de course zéro X : entrée n° 1 active (NO) Tester
Fin de course zéro Y : entrée n° 2 active (NO) Tester
Fin de course zéro Z : entrée n° 3 active (NO) Tester
Angle zéro A : entrée n° active (NO) Tester
Capteur d'outil : entrée n° 4 active (NO) Tester
Relais broche : sortie n° 1 active (NO) Tester
OK
Annuler
3 - ORIENTATION DES AXES
Le zéro machine X est situé à gauche à droite
Le zéro machine Y est situé à l'arrière à l'avant
Le moteur de l'axe X est inversé Tester
Le moteur de l'axe Y est inversé Tester
Le moteur de l'axe Z est inversé Tester
2 - DEMULTIPLICATIONS
Nombre d'impulsions par tour de l'axe X : 1600 Tester
Nombre d'impulsions par tour de l'axe Y : 1600 Tester
Nombre d'impulsions par tour de l'axe Z : 1600 Tester
Nombre d'impulsions par tour de l'axe A : 6400 Tester
Pas de vis X (ou avance par tour) : 5 mm Tester
Pas de vis Y (ou avance par tour) : 5 mm Tester
Pas de vis Z (ou avance par tour) : 5 mm Tester
4 - CINEMATIQUE
Vitesse maximale XY : 200 mm/s Tester
Vitesse maximale Z : 150 mm/s Tester
Vitesse maximale A : 3600 °/s Tester
Fréquence Start/Stop : 1000 Hz Tester
Accélération : 160000 Hz/s Tester
Vitesse de saut des paliers : 5 mm/s Tester
Pente globale des paliers : 50 mm/s² Tester

La première chose à faire est de trouver les **entrées** correspondant au capot de sécurité, aux contacts zéro machine et au capteur d'outil. Si vous n'avez aucun de ces éléments, cette première phase est inutile. La méthode pour trouver à quelle entrée un contact est connecté, et selon quelle polarité, est assez simple : vous cliquez sur le bouton "Tester" correspondant, et vous manœuvrez le contact à la main (pour le capot de sécurité et le capteur d'outil, c'est facile, pour les contacts de fin de course, ça peut nécessiter un peu de gymnastique). Une sous-fenêtre affiche et retient l'entrée qui bascule. Le capot de sécurité doit être ouvert au moment où vous cliquez sur "Tester". Le capteur d'outil doit être relâché, et les axes doivent être en-dehors du point zéro (les contacts ne doivent pas être enclenchés).

Trouver les rapports de **démultiplication** des axes nécessite d'avoir accès à chaque moteur pour le voir tourner. Les moteurs pas-à-pas ont généralement des incréments de 1,8°, soient 200 pas entiers par tour. Attention, ce n'est pas toujours le cas. Quoi qu'il en soit, vous devez trouver la bonne valeur qui correspond à un tour de moteur, compte tenu des micropas ou des incréments

de l'encodeur pour un *servodrive*. Essayez des valeurs typiques : 400, 800, 1600, *etc*. en cliquant à chaque fois sur le bouton "Tester", jusqu'à ce que le moteur fasse exactement un tour. Une fois que vos moteurs ont le bon nombre d'impulsions par tour, vous devez mesurer très précisément l'avance linéaire correspondant à un tour, si possible à l'aide d'un comparateur ou d'un pied à coulisse. A chaque clic sur le bouton "Tester", le moteur fait un tour.

L'**orientation des axes** détermine la géométrie de votre machine. Vous devez indiquer la position du zéro machine, c'est-à-dire l'endroit où vous avez les contacts de fin de course zéro pour les axes X et Y (le contact zéro pour Z est toujours en haut). La direction des axes se teste avec un mouvement pour lequel vous devez indiquer si l'axe s'est déplacé dans une direction ou l'autre. Galaad en déduira une éventuelle inversion à imposer au moteur.

Enfin, les réglages de la **cinématique**, probablement les plus compliqués à mettre au point, supposent que les autres calibrages soient acquis. La première chose à rechercher est la vitesse maximale que les axes peuvent supporter. Les axes XY travaillent ensemble et c'est donc la plus faible des deux qui l'emportera. Lorsque vous cliquez sur le bouton "Tester", la machine fait un mouvement, accéléré lentement, jusqu'à atteindre la vitesse indiquée. Galaad vous demande s'il y a eu un décrochage de moteur. Si vous cliquez sur "Oui", il conservera la dernière vitesse qui a été validée. Si vous cliquez sur "Non", il réessayera avec une vitesse supérieure, jusqu'à ce que le moteur décroche. C'est à vous de répondre par oui ou par non ; Galaad ne peut pas savoir si un moteur a décroché à cause d'une vitesse de pointe trop élevée.

Une fois la vitesse maximale réglée, vous devez calibrer la fréquence Start/Stop. Cette fréquence correspond à la vitesse instantanée d'arrachement à l'immobilité d'un moteur, ou réciproquement la vitesse finale juste avant de l'arrêter. Une fréquence Start/Stop trop basse rend les accélérations inutilement longues. Inversement, une fréquence trop haute peut bloquer un moteur qui n'arrive pas à "accrocher" sa rampe d'accélération, ou tout simplement le faire cogner au démarrage et à l'arrêt. Le test consiste à faire tourner le moteur instantanément à la fréquence demandée, pour chaque axe. Galaad vous demande si le moteur de l'un des axes a cogné (démarré de façon trop brutale) ou s'est bloqué. Si vous cliquez sur "Oui", il revient à la valeur précédente. Sinon, il va essayer avec une valeur double.

Corollaire de la fréquence Start/Stop, les rampes d'accélération. Si un moteur accélère trop fort, il risque de décrocher et se bloquer ou perdre des pas (ou se mettre en erreur de poursuite pour un *servodrive*). S'il accélère trop lentement, les mouvements seront inutilement longs. L'accélération d'un axe

doit être vigoureuse sans risquer le blocage ou le décrochage. Le test fait la même chose que pour le calibrage de la fréquence Start/Stop, avec une pente d'accélération de plus en plus raide. A noter que la fréquence Start/Stop et l'accélération doivent être ceux de l'axe le plus critique, c'est-à-dire celui qui décroche ou se bloque à la plus faible valeur. Ces réglages correspondent aux mouvements inactifs, en pilotage manuel ou en usinage automatique lorsque l'outil est hors matière.

Bien qu'étant les plus difficiles à régler, les deux derniers paramètres cinématiques sont importants, puisqu'ils définissent le comportement de la machine en usinage automatique lorsque l'outil est dans la matière. La méthode de test est identique à celle utilisée pour la fréquence Start/Stop et l'accélération. Reportez-vous au chapitre dédié aux paramètres de la fraiseuse pour comprendre la portée des paramètres cinématiques.

Paramètres / Fraiseuse / Pilote externe permet d'utiliser un programme d'usinage ou de téléchargement extérieur à Galaad. Voir la fin du chapitre consacré aux paramètres de la fraiseuse.

Paramètres / Post-processeur permet de définir un format d'export, de commande numérique générique ou de pilote externe utilisant un langage particulier non intégré à Galaad. Toutes les syntaxes usuelles sont possibles, à partir du moment où elles sont basées sur un format texte avec valeurs numériques en décimal ou en hexadécimal. Des canevas sont prédéfinis pour les syntaxes les plus courantes, canevas sur lesquels vous pouvez broder votre propre format. Pour une description du paramétrage de la syntaxe, reportez-vous à la fin du chapitre consacré aux paramètres de la fraiseuse.

Paramètres / Auto-enregistrement règle la période d'auto-enregistrement cyclique du fichier en cours. L'auto-enregistrement correspond à une commande automatique "Fichier / Enregistrer". Cela suppose que le fichier a déjà reçu un nom.

Paramètres / Nouveau fichier indique les paramètres à utiliser par défaut lors de l'initialisation d'un nouveau fichier (dimensions de la pièce brute, matériau employé, profondeur, vitesse et outil de dessin).

Paramètres / Profondeurs rapides règle le pas d'augmentation ou diminution directe de la profondeur de l'objet sélectionné quand on appuie sur les touches Ctrl + ou Ctrl −.

Paramètres / Vitesses automatiques appelle la boîte de dialogue de modification du calcul des vitesses d'avance automatiques. Les vitesses automatiques concernent les débutants qui ne sont pas encore familiers avec les vitesses d'usinage, pour leur éviter de commencer leur carrière sur un monceau de cadavres de fraises cassées. Elles sont calculées d'après la famille de dureté du matériau (cette classification du matériau ne servant qu'à ce calcul), le diamètre et le profil de l'outil, la profondeur d'usinage et d'autres paramètres secondaires. Dans le domaine du fraisage de métaux, une vitesse d'avance se calcule normalement d'après la vitesse de rotation de la fraise, son nombre de dents et ses possibilités d'avance par dent. Pour le fraisage de bois ou de matières plastiques, il en va autrement. On ne raisonne pas en termes d'avance par dent pour une pointe à graver ou une fraise-boule. Le calcul de vitesse d'avance automatique par Galaad conduit à une sous-estimation notoire : le but n'est pas d'optimiser l'usinage mais d'éviter de casser des fraises coûteuses en allant trop vite. Une fois que vous aurez acquis l'expérience des vitesses, vous abandonnerez peu à peu les vitesses automatiques, justement pour gagner du temps.

Le calcul des vitesses automatiques est modulable pour chaque famille de matériau. Vous pouvez multiplier le résultat pour aller plus ou moins vite, ou rompre la linéarité du calcul en prenant son carré ou sa racine carrée.

Paramètres / Mémoriser enregistre le jeu complet de paramètres (environnement, restrictions, fraiseuse, outils) sous un nom donné. Les jeux de paramètres mémorisés se trouvent dans le sous-répertoire "CONFIG" du répertoire d'installation de Galaad.

Paramètres / Reprendre récupère tout ou partie d'un jeu de paramètres enregistrés sous un nom donné avec "Paramètres / Mémoriser".

Paramètres / Transfert rapide / Envoyer les paramètres enregistre le jeu complet de paramètres (environnement, restrictions, fraiseuse, outils) sur un disque mobile ou un disque réseau, pour un transfert vers un autre poste de travail.

Paramètres / Disque de transfert / Recevoir les paramètres récupère tout ou partie d'un jeu de paramètres enregistrés sur le disque mobile avec "Paramètres / Transfert rapide / Envoyer les paramètres".

Menu "Aide"

Aide / Manuel d'utilisation affiche le présent manuel en format PDF, ce qui suppose qu'un visualisateur de document comme Adobe Reader a été installé sur votre ordinateur.

Aide / Général appelle l'éditeur hypertexte d'aide en ligne sur l'utilisation générale du logiciel.

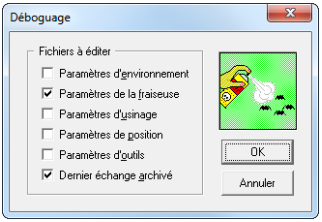
Aide / Astuces appelle l'éditeur d'aide en ligne sur les quelques petites astuces d'utilisation du logiciel.

Aide / Usinage appelle l'éditeur d'aide en ligne sur l'utilisation du module d'usinage.

Aide / Restrictions appelle l'éditeur d'aide en ligne sur l'utilisation du module de gestion des restrictions imposées à l'environnement de travail.

Aide / Télé-intervention appelle la fonction intégrée de connexion à distance sur votre écran. Ceci suppose que votre ordinateur est connecté au réseau Internet. A l'appel de cette fonction, il apparaît une fenêtre indiquant un numéro d'identification ID à 9 chiffres, et un mot de passe à 4 chiffres. Vous devez communiquer ces deux informations à votre interlocuteur, par téléphone ou par e-mail, afin qu'il puisse se connecter sur votre PC et voir votre écran pour vous aider.

Aide / Débogage crée un fichier texte contenant tout ou partie du jeu de paramètres du logiciel et l'archive de communication du dernier usinage ou pilotage effectué, pour vérification avec l'aide d'un support technique en cas de dysfonctionnement du logiciel ou de la machine. Les deux options par défaut sont les paramètres de la fraiseuse et le dernier échange archivé. Elles suffisent pour une aide au débogage concernant un problème avec la machine. Le fichier résultant GALAAD.BUG, présent dans le répertoire d'installation du logiciel, doit être envoyé par e-mail au support technique. *Très important :* **tant que vous n'avez pas généré ce fichier de débogage, ne relancez surtout pas un pilotage manuel qui effacerait le dernier échange archivé entre Galaad et la machine**. A noter que toutes les données échangées entre Galaad et la



machine sont archivées dans le fichier texte GALAAD.XON, sous forme de commandes envoyées, de réponses reçues, ainsi que de nombreux commentaires automatiques facilitant la traque au bug. Ce fichier est concaténé avec des fichiers de paramètres selon les options choisies, pour générer le fichier final GALAAD.BUG avec cette fonction.

Aide / Licence temporaire permet d'entrer un code de licence valable pendant un mois sans que la clef soit connectée. Cette licence est renouvelable au maximum trois fois consécutives, et il est nécessaire que l'installation courante de Galaad ait fonctionné avec sa clef de licence au moins une fois au cours des trois derniers mois. L'unique but de cette commande est de permettre le remplacement éventuel d'une clef perdue ou endommagée, tout en continuant de travailler en son absence temporaire. **Cette fonction ne peut en aucune manière débloquer la licence d'utilisation d'un logiciel normalement dépourvu de clef**. A noter que le numéro d'identification n'est pas figé, et change à chaque fois qu'un numéro de licence temporaire est validé. Sauf demande expresse, ne rebranchez pas la clef de licence une fois cette licence temporaire activée : si la clef est détectée même de façon partielle, la licence temporaire sera aussitôt désactivée.

Aide / A propos envoie la boîte de dialogue de *copyright*. Cette boîte de dialogue vous fournit aussi et surtout une information sur la version de votre installation, pour d'éventuelles mises à jour, ainsi qu'un état de la licence d'utilisation du logiciel. Un bouton "Télécharger la mise à jour" permet de mettre votre version de Galaad à jour sans manipulation de fichiers. Ceci nécessite bien évidemment que votre ordinateur soit connecté au réseau Internet.

12

01100

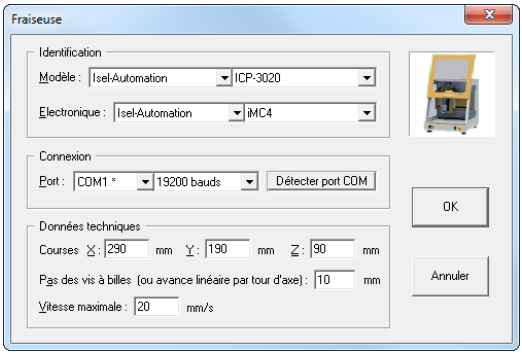
PARAMETRAGE DE LA FRAISEUSE

Paramètres principaux

Le paramétrage de votre fraiseuse à commande numérique est une fonction importante de Galaad et doit à ce titre être effectuée avec le plus grand soin. En général, cette opération se fait une fois pour toutes. Sauf configuration mécanique très exceptionnelle, l'utilisation de paramètres erronés n'est pas dangereuse pour votre machine. Au pire, la fraiseuse se contentera de bouder dans son coin sans daigner réagir à vos sollicitations. Au mieux, elle réagira en faisant au passage quelques petites bêtises vénielles.

Afin de faciliter l'apprentissage de Galaad et sa manière de gérer la machine, une boîte de dialogue donne accès aux paramètres simplifiés de la fraiseuse sans entrer dans les détails. Il va de soi que ceci ne concerne que les possesseurs d'une machine standard dûment répertoriée dans la liste des fraiseuses connues du logiciel. Pour accéder à cette boîte de dialogue, appelez la commande "Paramètres / Fraiseuse / Principaux".

Le paramètre le plus important est bien entendu la définition du **modèle** de fraiseuse. Recherchez dans la double-liste (marque ou fabricant et type) celle qui correspond à votre matériel et sélectionnez-la. Pour la plupart, les autres paramètres seront mis à jour automatiquement.


Fraiseuse
Identification
Modèle : Isel-Automation ICP-3020
Electronique : Isel-Automation iMC4
Connexion
Port : COM1 * 19200 bauds
Détecter port COM
Données techniques
Courses X : 290 mm Y : 190 mm Z : 90 mm
Pas des vis à billes (ou avance linéaire par tour d'axe) : 10 mm
Vitesse maximale : 20 mm/s
OK
Annuler

Le type d'**électronique** de commande est généralement induit par le choix du modèle de machine. Sautons donc directement au cadre du bas de la fenêtre pour vérifier les autres paramètres techniques de la machine elle-même. Ces paramètres dépendent du choix du modèle de machine, mais ceux-ci peuvent avoir évolué au fil du temps. Voyez les caractéristiques fournies avec votre fraiseuse pour en contrôler la validité, et notamment le **pas des vis à billes**. Si la valeur de ce pas est erronée, la machine fonctionnera, mais ses mouvements ne seront pas à la bonne échelle. Un pas trop petit par rapport à la réalité induit une surmultiplication des coordonnées envoyées à la machine et donc un agrandissement du résultat. Inversement, un pas trop grand diminuera l'échelle d'usinage. Si votre machine n'est pas équipée de vis à billes, la valeur à entrer

doit correspondre à l'avance linéaire effectuée sur chaque axe par un tour de moteur. Si vos axes ont des pas différents, reportez-vous à la fenêtre des paramètres complets puisqu'il faut y passer.

Entre une machine proprement paramétrée et un Galaad de même métal, on trouve généralement un câble de communication. Ce câble assure la transmission des ordres du logiciel vers la commande numérique et le retour d'informations de la part de celle-ci. La plupart des machines échangent ces données par le biais d'un **port USB** ou d'un **port COM** (port série RS-232). Dans ce cas, vous devez brancher le câble d'un côté sur la fraiseuse ou son boîtier de commande numérique, et de l'autre sur le port *ad hoc* de votre ordinateur. Rares sont les PC encore équipés d'un port COM de nos jours, mais ça existe encore parfois sur les systèmes de bureau. Si votre machine réclame un port série et votre ordinateur en est dépourvu, vous devrez ajouter un module convertisseur USB/Série qui ajoutera un port COM virtuel à votre PC (en général numéroté au-delà de COM2). A noter que, réels ou virtuels, **les ports COM disponibles listés par Galaad sont suivis d'un astérisque**. Si vous ne savez pas quel est le numéro de port COM attribué par Windows à votre convertisseur USB/Série, ces astérisques peuvent vous aider à le trouver. Le bouton "Détecter port COM" peut aussi vous aider à trouver la machine en essayant sur tous les ports disponibles jusqu'à obtenir une réponse valide.

Dans le cas d'un pilotage par port COM, le protocole de communication tient tout d'abord compte de la **vitesse de transmission**. On considère généralement que cette vitesse est préréglée sur la commande numérique et que c'est au logiciel de s'adapter à la machine plutôt que l'inverse. Ne changez pas inutilement cette vitesse de transmission. Ce n'est pas avec une communication plus rapide que vous gagnerez du temps.

Important : **Si vous n'avez pas de fraiseuse connectée à ce poste de travail, réglez le port sur "Aucun".**

Rappelons que **Galaad ne génère pas de signaux Impulsion/Direction (Clock/Dir) sur le port parallèle LPT** pour attaquer un rack de puissance. Il faut intercaler un module électronique capable de générer ces signaux.

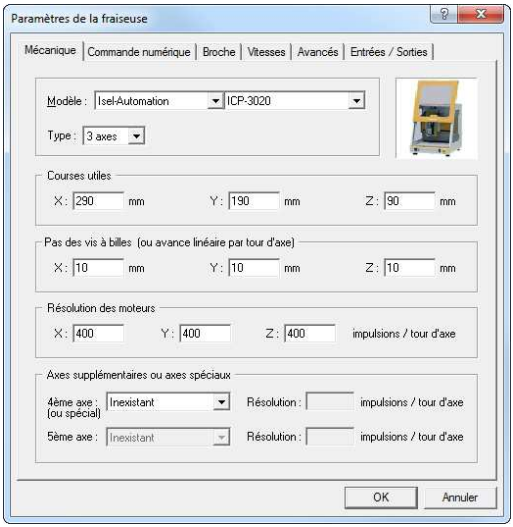
Les pages suivantes concernent les paramètres complets de la fraiseuse, auxquels vous pouvez accéder fort logiquement par la commande "Paramètres / Fraiseuse / Complets".

❑ Mécanique

Ne venez pas directement à cette section sans avoir lu les indications données dans les lignes précédentes et sur lesquelles on ne reviendra pas, notamment les connexions sur les ports pour brancher correctement votre machine et votre clef de licence Galaad. Les paramètres généraux de la fraiseuse s'appliquent *a fortiori* aux paramètres complets décrits ci-après.

On rappelle que ces paramètres détaillés de la fraiseuse sont accessibles par le biais de la commande "Paramètres / Fraiseuse / Complets".

Cette commande ouvre une boîte de dialogue multi-pages qui contient toutes les informations relatives à la fraiseuse et sa commande numérique. On retrouve dans ces paramètres les principaux déjà vus plus haut, noyés dans un marigot de données plus ou moins exotiques. Passons sur le modèle de fraiseuse que nous avons déjà vu dans les paramètres généraux. Si votre machine n'est pas dans la liste proposée, le plus simple est de sélectionner "Modèle non listé". Si son électronique de commande est compatible avec Galaad, elle n'en sera pas moins pilotée avec tous les égards qui lui sont dus. Mais ce sera alors à vous d'indiquer tous les paramètres de cette belle inconnue.



On vous demande cette fois d'indiquer le nombre d'axes. Pour la plupart, les machines de la liste sont des modèles classiques à **3 axes** cartésiens, mais certaines configurations spécifiques peuvent n'avoir que **2 axes**, ou d'autres un 4ème axe (tournage A ou lame orientable C), un axe double maître-esclave ou encore un 5ème axe B. Voyez les informations techniques de votre machine et, dans le doute, tenez-vous en à 3 axes pour commencer.

Les **courses utiles** représentent la longueur de mouvement maximale que peut parcourir un axe, la combinaison donnant le volume accessible à l'outil. On a vu dans les paramètres généraux le **pas des vis à billes** et les conséquences induites par une mauvaise valeur. Si votre machine a des axes avec des pas différents, c'est ici que vous pouvez agir. La **résolution des moteurs** donne le nombre d'impulsions à demander à la commande numérique pour que le moteur pas-à-pas fasse un tour, ou le nombre d'impulsions renvoyées par l'encodeur dans le cas de servo-moteurs.

Le cadre du bas définit les quatrième et cinquième axes, si la machine en est équipée. Un quatrième axe peut avoir trois applications possibles pour Galaad : soit il s'agit d'un axe de tournage parallèle à l'axe de mouvement X (identifié axe A) ou Y (axe B), soit c'est un axe parallèle à l'axe Z (axe C) et servant à orienter une lame de coupe, soit enfin ce n'est qu'un simple axe esclave qui double un des trois axes principaux. Un cinquième axe peut être un axe d'orientation complémentaire pour une tête de fraisage inclinée par le quatrième axe (fraisage 5 axes) ou bien un axe esclave d'un axe linéaire existant. Pour chacun de ces axes supplémentaires, vous devez dans tous les cas préciser le nombre d'impulsions du moteur, ou de l'encodeur, par tour de ce quatrième axe.

A noter que le module de dessin Galaad et son module d'usinage complémentaire ne peuvent utiliser que 3 axes parmi 4, c'est-à-dire un usinage cartésien XYZ ou bien un usinage cylindrique XAZ. Le pilotage manuel permet toutefois de commander tous les axes existants, y compris pour une origine pièce avant usinage 3 axes. Seuls les modules Kay et Kynon (voir plus loin) peuvent piloter jusqu'à 5 axes en usinage automatique.

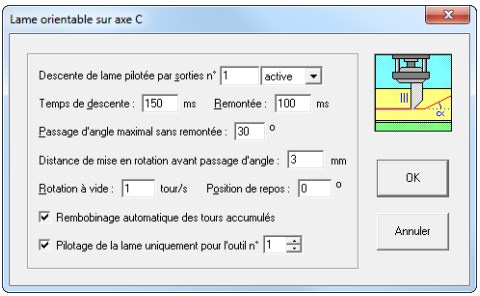
❑ Usinage rotatif sur axe A

La norme en vigueur veut que les axes rotatifs notés A, B et C tournent autour de parallèles respectivement aux axes X, Y et Z. Ainsi, un axe A est parallèle à l'axe X et permet des usinages en volume par rotation du plan d'usinage permettant d'attaquer des faces inaccessibles en usinage 3 axes, ou bien de faire un simple enroulement cylindrique du dessin à plat. Reportez-vous aux fonctions "Usinage / Fraisage cylindrique 4 axes" ou "Usinage / Fraisage multifaces 4 axes" pour plus d'information sur la façon d'enrouler un dessin Galaad sur un cylindre à usiner ou bien fraiser différentes faces latérales

d'une pièce en volume. En outre, le module de tournage Gawain peut utiliser une fraiseuse 4 axes ayant un axe rotatif A pour usiner le profil dessiné, y compris les filetages (faces et filetages extérieurs seulement, puisque la fraise ne peut pas attaquer de l'intérieur).

Le paramétrage d'un axe rotatif A, ou "axe A de tournage" est très simple : il suffit d'indiquer le nombre d'incréments moteurs par tour de mandrin. La vitesse maximale de rotation doit être réglée dans l'onglet "Vitesses".

Lame orientable sur axe C


Lame orientable sur axe C
Descente de lame pilotée par sorties n° 1 active
Temps de descente : 150 ms Remontée : 100 ms
Passage d'angle maximal sans remontée : 30 °
Distance de mise en rotation avant passage d'angle : 3 mm
Rotation à vide : 1 tour/s Position de repos : 0 °
Rembobinage automatique des tours accumulés
Pilotage de la lame uniquement pour l'outil n° 1
OK
Annuler

Galaad accepte de piloter un moteur servant à faire pivoter une lame orientable de façon à la maintenir toujours dans la direction de coupe horizontale. Ce moteur peut être soit le troisième axe (machine sans axe Z) soit le quatrième axe. Le fait de sélectionner "Axe C d'orientation" comme axe supplémentaire (ou de le re-sélectionner s'il est déjà actif) ouvre une boîte de dialogue donnant accès aux paramètres spécifiques de cette lame orientable. Si la machine est dépourvue d'axe Z, on suppose que la lame est pilotée par un électro-aimant ou un vérin avec des butées mécaniques pour régler les positions haute et basse. Le premier paramètre indique quelle sortie électrique pilote cet électro-aimant ou cette électrovanne, avec en corollaire les temps correspondant à la descente et à la remontée, afin d'éviter que Galaad ne déclenche un mouvement horizontal prématuré.

Une lame orientable ne pouvant en général pas changer de direction lorsqu'elle est en position basse, l'angle maximum autorisé sans remontée doit être indiqué. Si la rotation nécessaire est supérieure à cet angle, le mouvement de coupe s'arrête, la lame remonte, elle est pivotée vers la nouvelle direction de coupe puis redescend et le mouvement reprend. Si la rotation nécessaire est inférieure ou égale à cet angle, la lame est pivotée en position basse. Le passage d'angle se fait alors avec un mouvement de coupe, puis une rotation, puis un nouveau mouvement de coupe. Pour conserver une certaine continuité

dans le mouvement horizontal, la lame peut commencer à pivoter avant d'avoir atteint le point de virage, trichant alors sur l'orientation aux abords du virage. Ceci permet d'enchaîner les mouvements de coupe sans points d'arrêt, Galaad interpolant des mouvements incluant la rotation de la lame. Dans ce cas, il est demandé de préciser la distance du virage à laquelle la lame peut commencer à pivoter. Si le mouvement est plus court, la lame sera en rotation permanente. **A noter que la lame doit pivoter autour de son point de coupe.** Il n'y a pas de compensation XY si la lame est excentrée.

La vitesse de rotation à vide (position haute) de la lame est réglable ici, ainsi que l'angle de référence (position de repos). Le 0° trigonométrique correspond à la direction X+, ou 3 heures sur le cadran d'une montre, la direction Y+ ou midi correspondant à 90°. **Au moment de lancer le processus, la lame doit impérativement être calée sur cet angle de référence**, et elle y reviendra une fois le cycle achevé. Si la lame n'est que partiellement libre de tourner, par exemple à cause de câbles ou tuyaux tournant avec elle, alors il faut cocher l'option de rembobinage. A chaque fois qu'elle remonte, elle sera positionnée le plus près possible de sa position de repos. Enfin, cette lame peut n'être activée que pour un outil du dessin, les autres outils correspondant à un pilotage classique sans axe C.

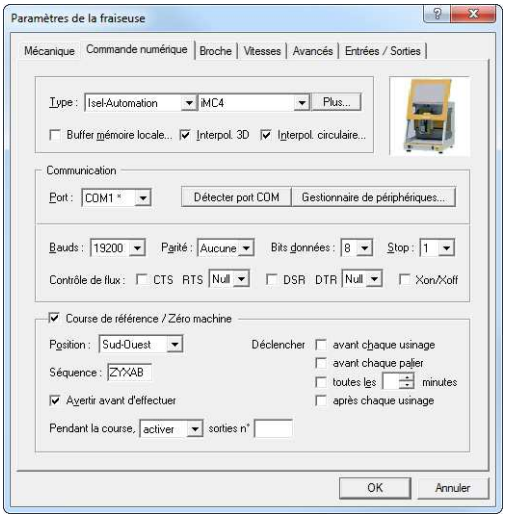
❑ Axes supplémentaires

Seuls les modules Kay et Kynon peuvent gérer jusqu'à 5 axes simultanés. Le module d'usinage de Galaad est limité à 3 axes parmi 4, c'est-à-dire qu'un processus se fera sur XYZ (usinage plan) ou sur XAZ (usinage cylindrique enroulé). Les usinages 3D à 4 ou 5 axes simultanés doivent se faire avec le module Kay dont c'est la spécialité. Si vous utilisez une tête pivotante d'usinage 5 axes, vous devez indiquer ici le nombre d'incréments moteur correspondant à 360° de rotation de la tête. Le 4ème et le 5ème axe doivent être indiqués comme étant des axes A et C (ou B et C) indépendants.

Sur les grandes machines dotées d'axes parallèles X-X' ou Y-Y' pilotés par deux canaux séparés de la commande numérique, Galaad peut gérer le recalage des deux axes pour les remettre d'équerre. La course de référence se fera alors avec les deux axes associés, puis un par un pour le recalage, avant de réassocier les canaux pour le pilotage normal.

Commande numérique

La page suivante des paramètres donne accès aux données relatives à l'électronique de commande et son protocole de communication série s'il est utilisé. Vous pourrez y trouver aussi quelques précisions sur la course de référence et donc la position générale du "zéro machine", ainsi que la façon de conduire cette course de référence avant ou pendant un usinage.



Le **type** de commande numérique dépend directement du modèle de machine que vous avez préalablement paramétré à la page "Mécanique", sauf si vous avez choisi une machine non listée, auquel cas il vous appartient d'indiquer vous-même quel contrôleur pilote vos axes.

Beaucoup de machines sont dotées d'un **buffer de mémoire locale** capable de stocker des ordres de mouvement tout en différant leur exécution. Cette fonction est très importante : elle évite les temps morts entre chaque mouvement et permet d'obtenir une trajectoire continue, beaucoup plus fluide et rapide. Le fait d'envoyer les mouvements à la machine avant qu'elle ne les exécute rompt la synchronicité entre Galaad et la machine. Les coordonnées affichées à l'écran ne correspondent plus aux mouvements mais à la transmission. Le logiciel est alors en avance sur la réalité, ce qui lui sied d'ailleurs fort bien. Ce passage à un mode asynchrone peut être déroutant, mais il correspond néanmoins au meilleur mode opératoire possible, surtout lorsque l'usinage est fait de courbes. A noter que certaines machines comme les Isel ont des mémoires linéaires, avec d'une part un temps de transmission, outil en attente, et d'autre part un temps d'exécution, logiciel en attente. Par contre, sur une machine à mémoire circulaire, la transmission se fait pendant que les mouvements précédents sont exécutés.

Vous pouvez choisir de désactiver cette option de buffer de mémoire locale et laisser la machine en prise directe avec le logiciel pour chaque mouvement.

Ceci induit des mouvements continuellement interrompus par la transmission des données et donc relativement hachés. Si votre commande numérique est équipée d'une mémoire locale, mieux vaut l'utiliser. Si elle n'en est pas pourvue, il est inutile sinon déconseillé de lui faire croire le contraire. Elle ne fonctionnera pas mieux. De même, le fait d'augmenter artificiellement la taille du *buffer* de mémoire vous expose à des erreurs lors de l'usinage automatique. Ne modifiez sa valeur que si vous êtes sûr de ce que vous faites.

Buffer de mémoire locale
Taille du buffer : auto octets
Faire un seul bloc pour tout l'usinage
Mettre en buffer jusqu'à 50 perçages
OK
Annuler

A noter que, par défaut, Galaad limite l'utilisation de la mémoire locale en se resynchronisant avec la machine à chaque remontée de l'outil. Ceci lui fait suivre par blocs le déroulement du processus et permet de reprendre un usinage interrompu à la dernière plongée de l'outil. Il est cependant possible de faire un bloc unique de tout l'usinage, si la taille du buffer est suffisante pour que cela apporte une réelle amélioration.

Il se peut que l'électronique de commande ne puisse piloter des mouvements sur trois axes simultanément. Dans ce cas, Galaad vous proposera une alternative de pilotage en escalier au moment d'usiner. Mais vous devez alors invalider l'**interpolation XYZ**. De même pour l'**interpolation circulaire** si votre machine ne peut parcourir en un seul mouvement des arcs programmés. Ces paramètres dépendent directement de votre commande numérique, et par voie de conséquence de votre modèle de machine. Sauf configuration spécifique, tenez-vous en aux options que Galaad vous propose par défaut.

La **communication** avec la machine passe par un port qu'il convient de définir : USB, Ethernet, série, parallèle ou interne, le choix est vaste mais chaque machine n'offre en général qu'une possibilité. Si votre ordinateur n'est pas connecté à une machine, sélectionnez "**Aucun**" à la place d'un port. Galaad fera une simulation de pilotage avec les paramètres de la machine indiquée.

Dans le cas d'une liaison série RS232, les ports COM disponibles, réels ou virtuels (via un convertisseur USB/Série), sont suivis d'un astérisque dans la liste. Si vous ne savez pas quel est le numéro de port COM attribué par Windows à votre convertisseur USB/Série, ces astérisques peuvent vous aider. Le bouton "Détecter port COM" peut aussi vous aider à trouver la machine en essayant sur tous les ports disponibles jusqu'à obtenir une réponse valide. De même, le bouton "Gestionnaire de périphériques" vous ouvrira une fenêtre

Windows donnant accès à la liste des périphériques USB, ainsi que des ports COM ou LPT pour contrôler leur validité. Sur un port série, il reste nécessaire de régler le **protocole de communication**. Accordez de préférence les paramètres de Galaad sur les paramètres préréglés sur votre machine plutôt que l'inverse. Voyez la fiche technique de votre fraiseuse pour trouver les bons paramètres. Un protocole assez standard est **9600** ou **19200 baud** avec **aucune** parité, **8 bits** de données et **1 bit** de stop. N'utilisez les options de contrôle de flux que si vous connaissez parfaitement le système de communication de votre électronique de commande. Là encore, bricolages et tâtonnements apportent plus de peines que de joies.

Le cadre de **course de référence** indique avant tout la position du point zéro machine. **Cette information est très importante et détermine l'orientation générale de vos axes.** Pour l'axe Z, c'est simple, on présume que son point zéro sera toujours vers le haut, outil dégagé. Oui, même en Australie. Par contre, pour les axes X et Y, la position du zéro devient assez relative. Une convention ancienne et sûre veut que l'axe X aille de gauche à droite et l'axe Y d'avant en arrière vus du poste opérateur, ce qui semble assez implicite. Malheureusement, une autre convention plus récente veut que l'axe X soit le plus long des deux. C'est sans doute très masculin mais pas toujours très malin pour un opérateur qui pourrait alors avoir les axes X et Y inversés par rapport à ce qu'il voit à l'écran ou ce qu'il a dessiné. Il est par conséquent recommandé de définir l'axe X comme étant celui qui bouge de gauche à droite et l'axe Y comme étant celui qui bouge d'avant en arrière. Si, vu de l'opérateur, il y a une inversion, le mieux est de corriger cette inversion (voir la page des paramètres avancés, un peu plus loin).

Sur la plupart des machines, vu de l'opérateur, l'axe X a son point zéro à l'ouest, c'est à dire vers la gauche lorsqu'on est devant le plateau de la machine. Par contre, l'axe Y peut avoir son point zéro au nord (au fond) ou au sud (devant), selon votre modèle de fraiseuse. Il suffit de mettre la machine en route et laisser faire une course de référence pour voir de quel côté les axes se dirigent. Attention, la position correspond à l'outil sur le plateau, pas au mouvement du plateau lui-même. Si votre machine a un plateau Y mobile, lorsque le plateau vient vers le devant, c'est l'outil qui va vers l'arrière du plateau, et réciproquement. **Vous devez prendre en considération le mouvement virtuel de l'outil sur le plateau, pas le mouvement réel de ce dernier.** Si votre machine a un plateau fixe et un portique mobile, oubliez ce détail. Le paramètre de position du point zéro machine est mis à jour automati-

quement lorsque vous sélectionnez une machine dans la liste, ce qui ne doit tout de même pas arriver tous les jours. La petite case à cocher du dessous indique si Galaad doit sonner l'alarme avant de piloter une course de référence lors de l'initialisation de la commande numérique. Pour des raisons de sécurité, il peut être préférable d'avertir, surtout si la course de recalage est rapide.

Important : vous pouvez très bien ne pas vouloir utiliser un point zéro machine et ne travailler qu'avec des origines pièces flottantes. Dans ce cas, décochez l'option "Course de référence / Zéro machine". On ne va pas débattre ici des avantages et inconvénients du travail en coordonnées absolues avec un point zéro machine. Sachez seulement que, sans point zéro machine, vous ne pourrez pas gérer des positions fixes, donc pas de capteur d'outil fixe, pas de changeur d'outil, pas de posages mémorisés. En outre, vous devrez régler l'origine pièce à chaque usinage, même si sa position n'a pas varié.

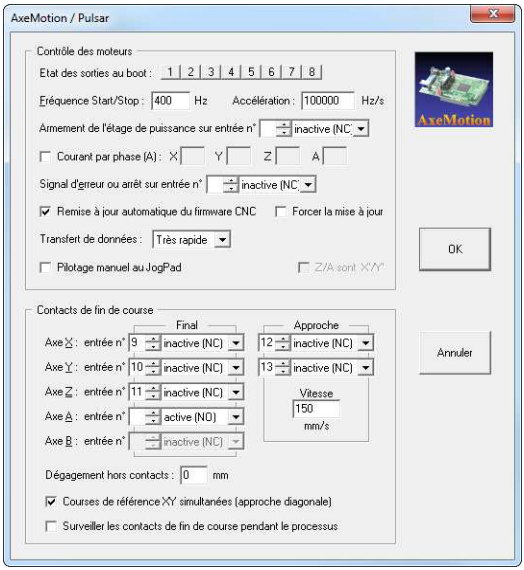
Dans le cas d'une machine équipée de moteurs pas-à-pas, il est possible pour la paix de l'esprit de demander un recalage périodique de la position des axes en déclenchant une course de référence à intervalles réguliers. Par défaut, Galaad n'ordonne ce recalage que si la fraiseuse a été mise hors tension et ne connaît donc pas la position de ses propres axes. Mais vous pouvez la réclamer plus souvent. Dans les faits, si votre machine perd vraiment des pas, il y a peut-être des paramètres plus importants à vérifier, et pas seulement dans Galaad.

On allait l'oublier : en haut de page, à droite du type de commande numérique se trouve un tout petit bouton presque trop discret

qui permet d'accéder à quelques paramètres étendus de l'électronique. Le fait de sélectionner une électronique particulière fait surgir la même boîte de dialogue de réglage propre à chaque type de machine. Les paramétrages spécifiques sont décrits ci-après, ils sont eux aussi importants.

Commandes numériques AxeMotion

Les cartes AxeMotion sont destinées *a priori* aux personnes qui conçoivent elles-mêmes leur fraiseuse, mais ont été intégrées à de nombreuses machines de constructeurs. Peu coûteux et très faciles à intégrer, ces contrôleurs USB offrent des performances assez exceptionnelles. Leurs paramètres sont communs à toutes les cartes AxeMotion, dont les modèles *"PulseBox"* qui ont droit à une page étendue pour assigner les signaux électriques sur les pins du connecteur DB-25.


AxeMotion / Pulsar
Contrôle des moteurs
Etat des sorties au boot : 1 2 3 4 5 6 7 8
Fréquence Start/Stop : 400 Hz
Accélération : 100000 Hz/s
Armement de l'étage de puissance sur entrée n° inactive (NC)
Courant par phase (A) : X Y Z A
Signal d'erreur ou arrêt sur entrée n° inactive (NC)
Remise à jour automatique du firmware CNC
Forcer la mise à jour
Transfert de données : Très rapide
Pilotage manuel au JogPad
Z/A sont X'Y'
AxeMotion
OK
Annuler
Contacts de fin de course
Final
Approche
Axe X : entrée n° 9 inactive (NC) 12 inactive (NC)
Axe Y : entrée n° 10 inactive (NC) 13 inactive (NC)
Axe Z : entrée n° 11 inactive (NC)
Axe A : entrée n° active (NO)
Axe B : entrée n° inactive (NC)
Vitesse 150 mm/s
Dégagement hors contacts : 0 mm
Courses de référence XY simultanées (approche diagonale)
Surveiller les contacts de fin de course pendant le processus

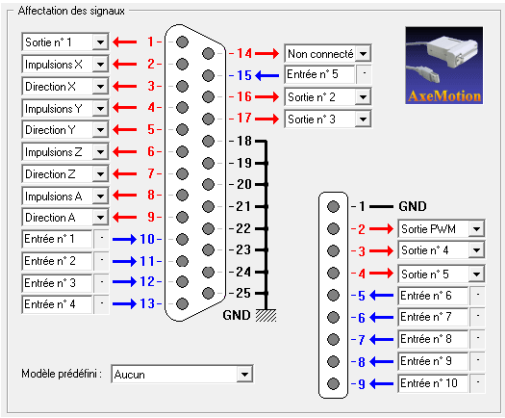
Il est possible de prérégler l'**état des sorties au boot** de la carte, avant même que Galaad ne soit actif. Dès mise sous tension, la carte activera les sorties de base demandées. On verra plus loin dans ce chapitre les réglages de fréquence Start/Stop et accélération, avec les paramètres cinématiques. Une entrée binaire peut-être affectée à la surveillance d'un **signal d'erreur** quelconque, par exemple un bit d'erreur de poursuite en provenance d'un *servodrive* ou de contacts de fin de course positifs. Si cette entrée est activée (ou inactivée selon le paramétrage), la carte CNC stoppe immédiatement les mouvements et Galaad abandonne l'usinage. Cette entrée de signal d'erreur constitue un paramètre facultatif.

Les cartes *"PulseMaker"* 4 axes avec option de potentiomètres numériques de **réglage du courant** peuvent être paramétrées ici. Attention à ne pas dépasser la valeur nominale de courant correspondant à vos moteurs, en général ils n'aiment pas trop les indigestions. Galaad contenant les **mises à jour du *firmware*** des cartes AxeMotion, vous pouvez activer la remise à jour automatique ou forcer une mise à jour immédiate en cas de nécessité, même si la version stockée dans Galaad n'est pas plus récente que celle de la carte. La communication sur le port USB est normalement réglée sur "Très rapide" pour

les cartes *"PulseBox"*, *"PulseMaker"* et *"PowerStep"*, mais vous pouvez choisir une communication moins rapide si vous travaillez en environnement bruité avec des sources de parasites électriques importantes qui semblent perturber la communication. Les cartes *"Pulsar"* peuvent utiliser des taux de transfert de données beaucoup plus élevés, au-delà du "Ultra-rapide". Enfin, si votre contrôleur AxeMotion est doté d'un *jogpad* sur port local I2C, vous pouvez demander à Galaad de le gérer.

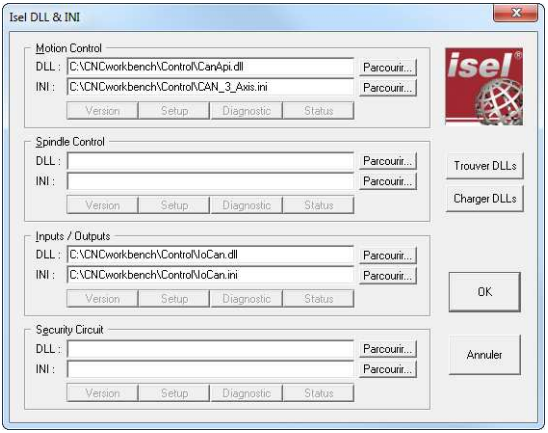
La **course de référence** (recalage du point zéro machine) sur les cartes AxeMotion est gérée directement à bas niveau par Galaad, et il est donc nécessaire d'indiquer les entrées correspondant aux contacts d'approche rapide (quasi-fin de course XY pour les grandes machines) et de fin de course ainsi que leur état logique (contact normalement ouvert → entrée "active" / contact normalement fermé → entrée "inactive"). Il est possible d'ajouter une petite valeur de décalage par rapport aux points de contact pour fixer un zéro machine qui ne chatouille pas les interrupteurs. En outre, les courses X et Y peuvent être conduites simultanément en diagonale pour gagner du temps, avec finale axe par axe. Une option permet de rendre ces entrées critiques pour la carte qui s'arrêtera immédiatement en cas de signal de fin de course. Sur une machine bien réglée, ceci ne peut pas arriver, et les entrées peuvent recevoir un faux positif à cause d'un parasite électrique. Il vaut donc mieux ne pas activer cette option.

Pour les modules *"PulseBox"* qui remplacent avantageusement un pilotage par port parallèle LPT, la fenêtre est étendue sur la droite et vous pouvez y régler



les signaux générés sur le connecteur DB-25 du rack de puissance et sur le connecteur auxiliaire qui permet de gérer des signaux annexes. Plusieurs modèles d'assignations pour des racks existants sont prédéfinis. Le fait d'inverser des signaux "Impulsion" et "Direction" est sans conséquence pour votre machine. Simplement, les axes ne tourneront pas.

❑ Commandes numériques Isel-Automation *"CNC-API"*



Les machines Isel équipées de servomoteurs utilisent des librairies à liaison dynamique (DLL) et des fichiers de paramétrage (INI) installés sur la console de pilotage en usine. Elles sont pilotées à travers ces DLL qui doivent donc être en place et dûment paramétrées, faute de quoi le fonctionnement de la machine avec Galaad sera erroné. La seule DLL obligatoire est celle chargée du contrôle des mouvements "Motion control", mais il est probable que la DLL chargée du contrôle des entrées/sorties "Inputs/Outputs" soit tout aussi nécessaire, au moins pour piloter la broche ou l'outil d'usinage. La DLL de contrôle broche "Spindle Control" n'est utile que pour une broche spéciale à pilotage intégré et non une broche standard à pilotage par sortie binaire ou analogique. De même, la DLL de gestion du circuit de sécurité "Security Circuit" n'est nécessaire que si la machine est dotée d'un système de sécurité particulier. On pourra donc éventuellement laisser ces deux DLL non spécifiées.

Le bouton *"Trouver DLLs"* permet de lancer une recherche de l'installation Isel en usine, d'en récupérer les paramètres et les appliquer ici, sans avoir à faire une recherche manuelle des bons fichiers. Une fois les DLL et paramètres INI validés, il est possible de les vérifier avec le bouton "Charger DLLs" qui donnera accès aux différentes fonctions internes de version, initialisation, diagnostic et contrôle. Mais il vaut mieux ne pas trop bricoler avec les DLL et leurs fichiers de paramètres INI, qui sont normalement préréglés en usine et ne nécessitent *a priori* aucune intervention de l'utilisateur. Cette fenêtre de Galaad n'est censée servir qu'à rechercher sur le disque dur les fichiers installés par les techniciens Isel et les valider.

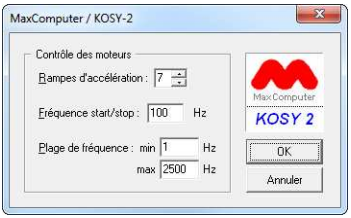
A noter que, pour une machine Isel pilotée via les DLL de contrôle, le port de communication doit être réglé sur "Interne".

❑ Commandes numériques Isel-Automation *"IMC"*

Les machines Isel à moteurs pas-à-pas les plus récentes sont en général pilotées par des contrôleurs de type IMC4-M, IML4 ou IMC-M. Ceux-ci donnent accès à quelques paramètres spécifiques, dont la possibilité d'**inverser le sens d'un axe** ou d'**inverser la direction de sa course de référence** (les deux étant indépendants). Si vous sélectionnez une machine Isel standard intégrant l'un de ces contrôleurs, les inversions seront automatiquement réglées. Mais pour une machine avec rack indépendant, il vous sera peut-être nécessaire de définir vous-même les inversions. Les paramètres des **contacts de fin de course** sont accessibles pour utiliser l'un ou l'autre des deux contacts disponibles comme point zéro, ou pour changer la polarité de fonctionnement d'un contact à circuit normalement ouvert ou normalement fermé.

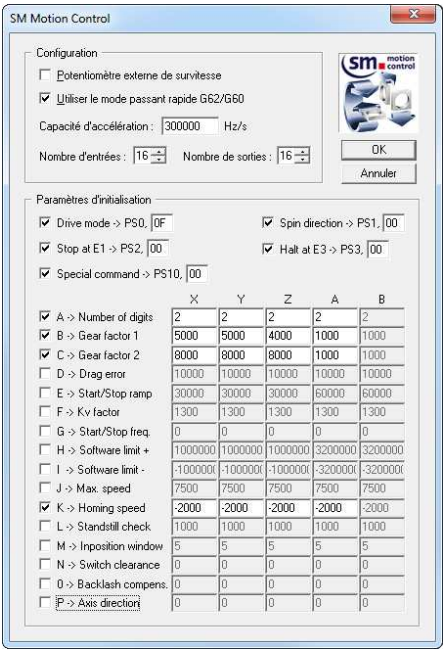
La **plage de fréquence** indique quelles valeurs minimale et maximale de fréquence de mouvement (les incréments) peuvent être envoyées aux moteurs pour l'axe majeur, c'est-à-dire celui qui pilote le mouvement interpolé. Il est possible de régler des valeurs de **fréquence Start/Stop** et d'**accélération** différentes de celles utilisées par défaut. Enfin, si votre machine est équipée d'un **frein électromagnétique** sur l'axe Z, il convient de le préciser ici.

❑ Commandes numériques MaxComputer *"Kosy-2"*



Les contrôleurs Kosy-2 équipant les machines MaxComputer et leurs avatars commercialisés sous label BLS ne requièrent pas beaucoup de paramètres spécifiques, en-dehors du réglage des rampes d'accélération et de la fréquence Start/Stop. Reportez-vous, dans le présent chapitre, à la section consacrée aux réglages cinématiques pour en savoir plus sur la signification de ces réglages.

Commandes numériques SM-Motion

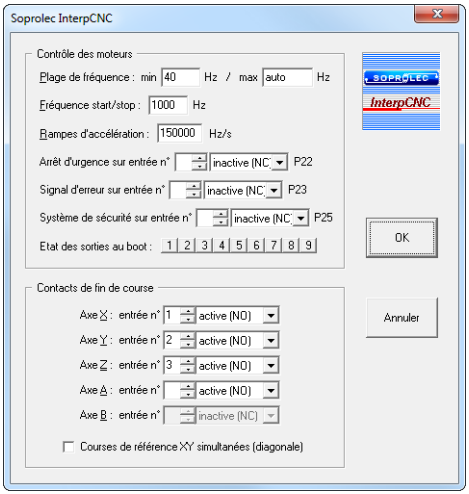

SM Motion Control
Configuration
Potentiomètre externe de survitesse
Utiliser le mode passant rapide G62/G60
Capacité d'accélération : 300000 Hz/s
Nombre d'entrées : 16
Nombre de sorties : 16
OK
Annuler
Paramètres d'initialisation
Drive mode -> PS0, 0F
Spin direction -> PS1, 00
Stop at E1 -> PS2, 00
Halt at E3 -> PS3, 00
Special command -> PS10, 00
X Y Z A B
A -> Number of digits 2 2 2 2 2
B -> Gear factor 1 5000 5000 4000 1000 1000
C -> Gear factor 2 8000 8000 8000 1000 1000
D -> Drag error 10000 10000 10000 10000 10000
E -> Start/Stop ramp 30000 30000 30000 60000 60000
F -> Kv factor 1300 1300 1300 1300 1300
G -> Start/Stop freq. 0 0 0 0 0
H -> Software limit + 1000000 1000000 1000000 3200000 3200000
I -> Software limit - -1000000 -1000000 -1000000 -3200000 -3200000
J -> Max. speed 7500 7500 7500 7500 7500
K -> Homing speed -2000 -2000 -2000 -2000 -2000
L -> Standstill check 1000 1000 1000 1000 1000
M -> Inposition window 5 5 5 5 5
N -> Switch clearance 0 0 0 0 0
O -> Backlash compens. 0 0 0 0 0
P -> Axis direction 0 0 0 0 0

Les racks ou cartes de commande SM-Motion proposent un grand nombre de paramètres qui ne seront utilisés par Galaad que s'ils sont activés. Si votre machine a été configurée en usine ou à l'installation, le mieux est sans doute de **ne pas les modifier**, du moins ceux qui concernent des contrôles les plus avancés. L'ensemble de ces paramètres n'est envoyé à la machine que si l'option "Reparamétrer la CN lors de l'initialisation" est active dans la page "Avancés" des paramètres fraiseuse (voir plus loin).

Si votre machine est équipée d'un potentiomètre de survitesse, il est nécessaire de l'indiquer ici, en même temps que le nombre d'entrées/sorties dont elle dispose. 32 entrées et 32 sorties maximum sont gérables par Galaad, ce qui devrait suffire pour la plupart des applications. Le mode passant G62/G60 de la SM-300/400 permet d'enchaîner les vecteurs de façon fluide, avec calcul cinématique des trajectoires. Sauf problème manifeste à l'utilisation, mieux vaut le laisser actif. Cette fonction est sans objet si le *buffer* de mémoire locale n'est pas actif.

Les paramètres d'initialisation sont pour la plupart **préréglés en usine** et ne nécessitent pas de modification, excepté les paramètres A (nombre de digits après virgule, qui doit impérativement rester à 2 pour tous les axes), B & C (démultiplication et conversion des unités de distance en impulsions), ainsi de le paramètre K (vitesse de la course de référence). Il est sans doute préférable de ne rien changer aux autres, sauf demande expresse du fournisseur ou d'un technicien qualifié.

Commandes numériques Soprolec


Soprolec InterpCNC
Contrôle des moteurs
Plage de fréquence : min 40 Hz / max auto Hz
Fréquence start/stop : 1000 Hz
Rampes d'accélération : 150000 Hz/s
Arrêt d'urgence sur entrée n° inactive (NC) P22
Signal d'erreur sur entrée n° inactive (NC) P23
Système de sécurité sur entrée n° inactive (NC) P25
Etat des sorties au boot : 1 2 3 4 5 6 7 8 9
SOPROLEC
InterpCNC
OK
Annuler
Contacts de fin de course
Axe X : entrée n° 1 active (NO)
Axe Y : entrée n° 2 active (NO)
Axe Z : entrée n° 3 active (NO)
Axe A : entrée n° active (NO)
Axe B : entrée n° inactive (NC)
Courses de référence XY simultanées (diagonale)

Les cartes *"InterpCNC"*, développées par Soprolec, sont des contrôleurs très répandus auprès des hobbyistes qui construisent eux-mêmes leur machine. La carte InterpCNC-1 communique par un classique port série RS232 ; la carte InterpCNC-2, capable de gérer 5 axes, communique par port USB via une DLL de pilotage fournie par Soprolec, que Galaad se contente d'appeler.

Pour la **fréquence Start/Stop** et l'**accélération**, reportez-vous, plus loin dans ce chapitre, à la section consacrée aux réglages cinématiques.

La sortie d'**activation moteurs** sert pour le cas où l'étage de puissance propose une entrée *"Enable"* qui permet de couper le courant lorsque la machine n'est pas en mouvement. Ceci évite aux moteurs de chauffer inutilement. Cette sortie est à utiliser en coopération avec le paramètre d'**état des sorties au boot** qui détermine quelle sortie doit être active lors de la mise sous tension de la carte, avant même de communiquer avec le PC.

Des entrées peuvent-être affectées à la surveillance de **l'arrêt** d'urgence, d'un **signal d'erreur** quelconque, en provenance de l'étage amplificateur ou des contacts de fin de course positifs, ou d'un **système de sécurité** comme un capot de protection. Si cette entrée est activée (ou inactivée selon le paramétrage), la carte CNC stoppe immédiatement les mouvements et Galaad abandonne l'usinage. Ces paramètres sont facultatifs.

La carte *"InterpCNC"* gère de façon autonome la **course de référence**, à condition d'indiquer quelles entrées correspondent au contacts de fin de course ainsi que leur état logique (contact normalement ouvert → entrée "active" / contact normalement fermé → entrée "inactive"). Les courses X et Y peuvent être conduites simultanément en diagonale pour gagner du temps.

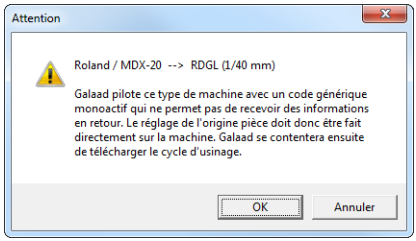
Commandes numériques Solectro

Les anciens mais non moins excellents racks Solectro SML-3 et leurs successeurs SML-4 n'ont guère besoin de paramètres spéciaux. Vous devez juste indiquer si votre matériel est équipé d'un potentiomètre externe de survitesse (*override*), la polarité des contacts de fin de course, et le nombre de cartes d'entrées/sorties. A noter que ces contrôleurs n'effectuent leur course de référence qu'avec les axes X et Y simultanés en diagonale, par construction. Il n'est pas possible de modifier ce point dans Galaad.

Solectro SML-4
Contrôle des moteurs
Fréquence start/stop : 1000 Hz
Rampes d'accélération : 200000 Hz/s
Diviseur de fréquence : 2
Potentiomètre de survitesse
Contacts de fin de course
Axe X : entrée active (NO)
Axe Y : entrée active (NO)
Axe Z : entrée active (NO)
Axe A : entrée active (NO)
Entrées/Sorties
Envoyer les codes SPE/SPA
Nombre de cartes SPE : 1
Nombre de cartes SPA : 1
SOLECTRO
OK
Annuler

Commande numérique générique

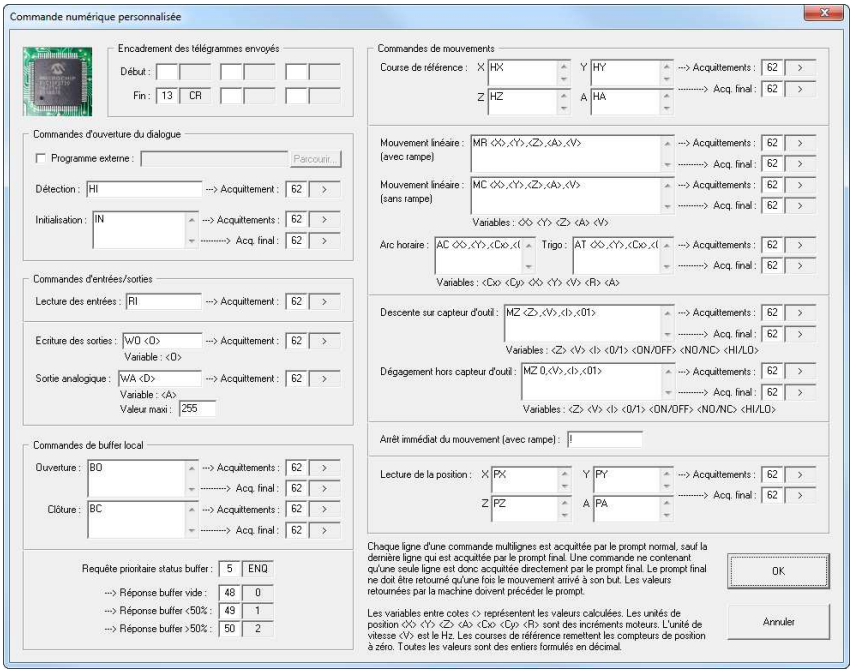
Certaines machines sont équipées de commandes numériques qui peuvent seulement **recevoir** des ordres de mouvement mais ne renvoient pas des données utilisables par Galaad (par exemple GravoGraph, Roland ou Suregrave). Il reste néanmoins possible de les piloter directement en mode unidirectionnel pour des usinages automatiques. Dans ce cas, **Galaad ne peut pas proposer ses fonctions de pilotage manuel** puisque ceci nécessiterait des retours de positions et des commandes spécialisées. La communication ne se fait plus que dans un seul sens, de Galaad vers la machine.


Attention
Roland / MDX-20 --> RDGL (1/40 mm)
Galaad pilote ce type de machine avec un code générique monoactif qui ne permet pas de recevoir des informations en retour. Le réglage de l'origine pièce doit donc être fait directement sur la machine. Galaad se contentera ensuite de télécharger le cycle d'usinage.
OK
Annuler

Cependant, si la machine offre un tableau de bord avec pilotage manuel local pour la prise d'origine pièce, rien n'est perdu. Au moment de régler l'origine pièce, Galaad vous demandera d'opérer cette prise d'origine sur la machine puis enverra les codes du parcours d'usinage automatique. Le format utilisé peut être choisi parmi les quelques langages de commande disponibles, y compris le post-processeur à définir.

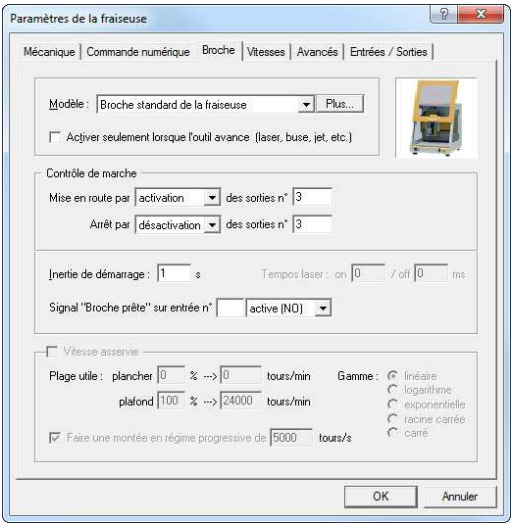
Commande numérique personnalisée

Si votre machine a une commande numérique non listée dans Galaad mais qui utilise un langage de commande en mode texte décimal sur port COM ou LPT, il est possible d'indiquer vous-même la syntaxe de ces commandes en choisissant comme modèle "Générique / Personnalisée".


Commande numérique personnalisée
Encadrement des télégrammes envoyés
Début :
Fin : 13 CR
Commandes d'ouverture du dialogue
Programme externe :
Parcourir...
Détection : HI
Initialisation : IN
--> Acquittement : 62
--------> Acq. final : 62
Commandes d'entrées/sorties
Lecture des entrées : RI
Ecriture des sorties : WO <D>
Variable : <D>
Sortie analogique : WA <D>
Variable : <A>
Valeur maxi : 255
Commandes de buffer local
Ouverture : BO
Clôture : BC
Requête prioritaire status buffer : 5 ENQ
---> Réponse buffer vide : 48 0
---> Réponse buffer <50% : 49 1
---> Réponse buffer >50% : 50 2
Commandes de mouvements
Course de référence : X HX Y HY Z HZ A HA
Mouvement linéaire : (avec rampe) MR <X>,<Y>,<Z>,<A>,<V>
Mouvement linéaire : (sans rampe) MC <X>,<Y>,<Z>,<A>,<V>
Variables : <X> <Y> <Z> <A> <V>
Arc horaire : AC <X>,<Y>,<Cx>,<I
Trigo : AT <X>,<Y>,<Cx>,<I
Variables : <Cx> <Cy> <X> <Y> <V> <R> <A>
Descente sur capteur d'outil : MZ <Z>,<V>,<I>,<01>
Variables : <Z> <V> <I> <0/1> <ON/OFF> <NO/NC> <HI/LO>
Dégagement hors capteur d'outil : MZ 0,<V>,<I>,<01>
Variables : <Z> <V> <I> <0/1> <ON/OFF> <NO/NC> <HI/LO>
Arrêt immédiat du mouvement (avec rampe) : !
Lecture de la position : X PX Y PY Z PZ A PA
Chaque ligne d'une commande multilignes est acquittée par le prompt normal, sauf la dernière ligne qui est acquittée par le prompt final. Une commande ne contenant qu'une seule ligne est donc acquittée directement par le prompt final. Le prompt final ne doit être retourné qu'une fois le mouvement arrivé à son but. Les valeurs retournées par la machine doivent précéder le prompt.
Les variables entre cotes <> représentent les valeurs calculées. Les unités de position <X> <Y> <Z> <A> <Cx> <Cy> <R> sont des incréments moteurs. L'unité de vitesse <V> est le Hz. Les courses de référence remettent les compteurs de position à zéro. Toutes les valeurs sont des entiers formulés en décimal.
OK
Annuler

Les télégrammes envoyés à la machine peuvent être encadrées par des octets de début et de fin, indiqués en code ANSI décimal. Les commandes proprement dites sont à indiquer en texte, avec des variables entre < > qui seront remplacées par les valeurs correspondantes à l'exécution. Les acquittements renvoyés par la machine à chaque ligne de commande sont définis sous forme d'un unique octet indiqué en code ANSI décimal. Les commandes non définies ne seront pas utilisées. Si vous disposez d'un contrôleur CNC sur port série ou parallèle qui fonctionne avec un langage texte décimal, vous devriez pouvoir vous en sortir, sous réserve de connaître les commandes disponibles de ce contrôleur et leur syntaxe.

Broche


Paramètres de la fraiseuse
Mécanique | Commande numérique | Broche | Vitesses | Avancés | Entrées / Sorties
Modèle : Broche standard de la fraiseuse
Plus...
Activer seulement lorsque l'outil avance (laser, buse, jet, etc.)
Contrôle de marche
Mise en route par activation des sorties n° 3
Arrêt par désactivation des sorties n° 3
Inertie de démarrage : 1 s
Temps laser : on 0 / off 0 ms
Signal "Broche prête" sur entrée n°
active (NO)
Vitesse asservie
Plage utile : plancher 0 % ---> 0 tours/min
plafond 100 % ---> 24000 tours/min
Gamme : linéaire, logarithme, exponentielle, racine carrée, carré
Faire une montée en régime progressive de 5000 tours/s
OK
Annuler

L'onglet suivant dans les paramètres de la machine permet de définir le type de broche utilisée pour usiner, ainsi que son système de commande. Sur une machine fournie par son constructeur, la broche sera en général le modèle standard. Mais il se peut que la votre soit d'un type particulier, que vous devrez paramétrer ici. Dans le doute, sélectionnez toujours la broche standard de la fraiseuse. A noter que le changement de modèle de machine ou de modèle de commande numérique dans les pages de paramètres précédentes redéfinit automatiquement la broche comme étant le modèle standard. Il est tout de même assez rare de changer de modèle de machine sans changer de broche par la même occasion.

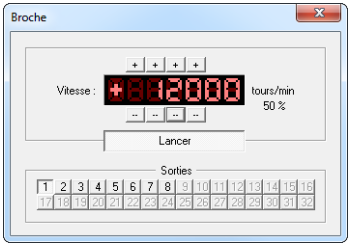
Si votre broche est en fait un découpeur à laser ou à plasma ou à jet d'eau ou quelque chose de même acabit comme une buse de dépose de peinture ou de colle, vous pouvez l'**activer seulement lorsque l'outil avance** et l'éteindre dès que l'outil est censé être rétracté (ou du moins a terminé le travail d'avance). Ceci entre dans le cadre de configurations spéciales qu'il convient de vérifier avec le fournisseur de votre machine.

Les modèles de broches prédéfinis sont contrôlés soit par une ou plusieurs sorties binaires de la commande numérique, soit par une sortie analogique ou PWM, soit encore par un port de communication séparé. Vous pouvez en définir les paramètres, c'est à dire choisir une sortie et un état binaire pour la mise en route et pour l'arrêt. Il est possible d'**indiquer plusieurs sorties différentes pour une unique commande**, par exemple la sortie n° 12-2 pour les sorties 12 puis 2 commutées l'une après l'autre. Vous pouvez indiquer jusqu'à quatre numéros successifs pour une commutation logique. **Ceci reste valable pour toutes les sorties logiques.**

Le délai d'**inertie de démarrage** est réglable. Ce délai couvre l'intervalle de temps entre la mise en route de la broche et le moment où elle atteint son régime de croisière. Galaad aime travailler en temps masqué, et il met donc ce délai à profit pour déplacer les axes vers le point d'entrée du premier objet à usiner, évitant ainsi de rester les bras croisés. Mais il saura attendre sagement que la broche ait terminé sa phase de montée en régime pour descendre l'outil dans le matériau. Si votre broche (laser, plasma, jet ou buse) est activée seulement pendant la phase d'avance, ce délai devient une temporisation entre la commutation et le déclenchement de l'avance. Dans ce dernier cas, les deux valeurs **tempos laser** permettent le réglage d'une temporisation supplémentaire après mise en route (c'est à dire avant le début du mouvement) et avant extinction (après la fin du mouvement). A la différence du paramètre d'inertie, ces deux temporisations annexes deviennent sans objet avec une broche classique activée en continu pour tout le processus, et sont donc grisées dans ce cas. Si le système d'asservissement de la broche renvoie un signal indiquant que la broche est prête, vous pouvez câbler ce signal sur une entrée de la machine et l'indiquer ici. Galaad attendra alors le basculement de cette entrée pour considérer que la broche a atteint le régime demandé.

❑ Broches tachymétriques (à vitesse asservie)

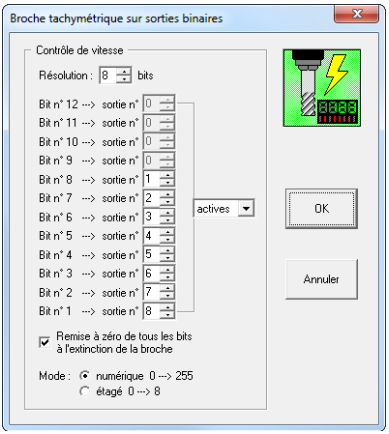
Galaad peut piloter le régime de rotation d'une broche tachymétrique, si celle-ci est asservie à un système de contrôle via un canal analogique ou assimilé. Des paramètres spéciaux sont réglables dans ce cas.



La vitesse de rotation de la broche est normalement prédéfinie pour chaque outil, mais au démarrage de la broche, tant en mode manuel qu'en mode automatique, une fenêtre de supervision apparaîtra pour vous permettre d'ajuster le régime. A noter que le système de contrôle de la vitesse (analogique, PWM ou multi-sorties) et du sens de rotation vient en plus des sorties de base utilisées pour la mise en route et l'extinction, qui restent donc valables ici avec ce type de broche. Si vous ne voulez pas utiliser ces sorties de mise en route et extinction parce qu'elles feraient redondance avec le système d'asservissement de la vitesse, il suffit donc d'en effacer les valeurs.

Pour une broche avec vitesse asservie, vous devez indiquer en pourcentage les valeurs plancher et plafond utilisables pour le signal qui va déterminer la vitesse de rotation. La valeur plancher correspond au moteur commençant à tourner avec un minimum de couple. Galaad considérera que la plage de vitesse commence à cette valeur qui n'est pas forcément 0%. La valeur plafond correspond au moteur à plein régime, lequel peut être atteint avant 100% sur un variateur sans boucle de retour. Vous devez bien évidemment indiquer les deux vitesses correspondant à ces valeurs, la plage entre les deux pouvant être non linéaire. Galaad peut en plus piloter une montée en régime progressive pour éviter la charge réactive du moteur. Cette montée en régime est linéaire et paramétrable en tours/min par seconde. Le temps d'inertie de démarrage indiqué plus haut en secondes est décompté de cette progression.

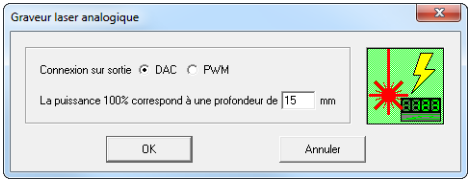
Un signal PWM utilise un bit unique de sortie qui fonctionne donc en mode tout-ou-rien, mais ce signal carré est haché dans le temps selon une fréquence donnée. Le pourcentage donne la largeur relative d'impulsion, entre 0% (signal figé à 0) et 100% (signal figé à 1). Un petit dispositif intégrateur en aval permet de convertir le train d'impulsions en signal analogique.

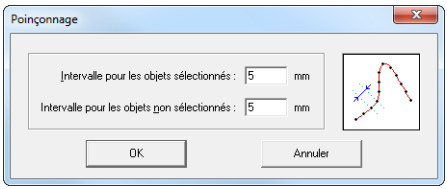

Broche tachymétrique sur sorties binaires
Contrôle de vitesse
Résolution : 8 bits
Bit n° 12 ---> sortie n° 0
Bit n° 11 ---> sortie n° 0
Bit n° 10 ---> sortie n° 0
Bit n° 9 ---> sortie n° 0
Bit n° 8 ---> sortie n° 1
Bit n° 7 ---> sortie n° 2
Bit n° 6 ---> sortie n° 3
Bit n° 5 ---> sortie n° 4
Bit n° 4 ---> sortie n° 5
Bit n° 3 ---> sortie n° 6
Bit n° 2 ---> sortie n° 7
Bit n° 1 ---> sortie n° 8
actives
OK
Annuler
Remise à zéro de tous les bits à l'extinction de la broche
Mode : numérique 0 ---> 255
étagé 0 ---> 8

Si votre commande numérique est dépourvue de sortie analogique ou PWM mais propose tout de même un jeu assez étendu de sorties binaires, il est possible d'asservir la vitesse de rotation de la broche en commutant des sorties reliées en aval à un convertisseur D/A externe. Vous devez alors sélectionner la "broche tachymétrique sur sorties binaires" et, dans la fenêtre de paramétrage spécifique, vous devez définir le nombre de bits qui attaqueront le convertisseur (12 maximum, ce qui devrait assurer une résolution suffisante dans la plupart des cas). Les sorties correspondantes n'ont pas besoin de se suivre en séquence. Il vous appartient d'assigner un numéro de sortie à chaque bit définissant la valeur du signal analogique. Galaad fera le reste en adressant les sorties selon une valeur binaire définissant le régime de rotation demandé. Au lieu d'un convertisseur D/A, vous pouvez aussi utiliser un simple dispositif intégrateur à étages.

Broches spéciales

Certaines broches nécessitant des paramètres particuliers peuvent être utilisées avec Galaad. Par exemple, une **broche à impulsions** se met en route par l'envoi d'un simple signal d'activation sur une sortie et requiert un réarmement périodique par le renvoi de ce signal, l'arrêt se faisant par la commutation d'une autre sortie. Ce réarmement ne se fera que lorsque l'outil est en position haute afin de ne pas perturber le déroulement du processus. Il vous appartient de régler le délai de renouvellement en conséquence. Avec une **tête de gravure laser analogique**, Galaad modulera la puissance selon la profondeur Z du tracé, par le biais de la sortie DAC ou PWM, y compris en parcours 3D, la puissance maximale du laser (ou tout autre moyen d'usinage) devant être affectée à une profondeur donnée qui ne pourra pas être dépassée. Enfin, il est possible de piloter une **tête de poinçonnage** utilisant les sorties de la broche, donc sans paramètres particuliers, sauf que cette tête sera activée à intervalles réguliers des tracés, ces intervalles étant demandés avant chaque usinage.

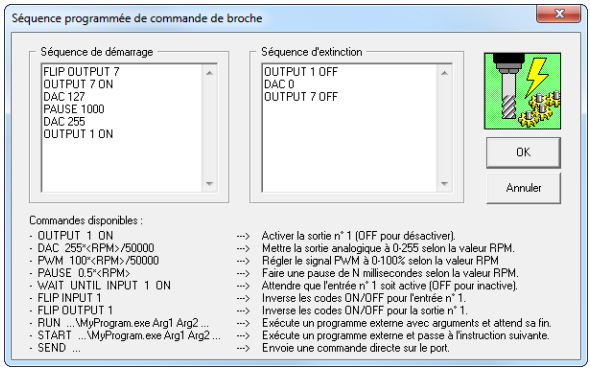




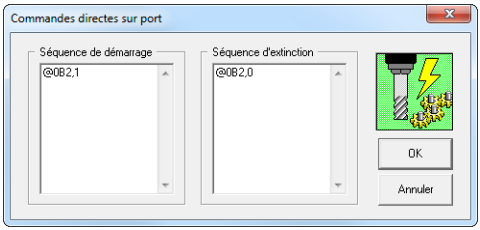
Scripts de commande de broche

Il se peut que votre broche ou votre application soit du genre exigeant et ne puisse se satisfaire d'une simple commande on/off de base, même assortie de diverses temporisations et contrôles de vitesse de rotation par canal analogique ou PWM. Dans ce cas, tout n'est pas perdu, il vous reste encore la possibilité de programmer vous-même la séquence de commandes pour la mise en route et l'arrêt de votre engin. Comme modèle de broche, choisissez dans la liste "**Séquence programmée de commandes**".

La boîte de dialogue de paramétrage spécifique vous propose d'écrire les deux scripts de contrôle dans un langage de programmation très simple. Le logiciel interprètera vos instructions une par une au moment de lancer ou arrêter la broche. La liste des commandes disponibles est affichée en bas de la fenêtre. Elles correspondent pour la plupart aux entrées/sorties de la machine. Mais **vous pouvez aussi faire appel à des programmes externes** en leur passant des arguments fonctionnels, par exemple la vitesse de rotation qui est disponible sous la forme d'une variable labellisée <RPM> laquelle sera remplacée par la valeur de rotation en tours/minute, indiquée en texte décimal (une formule mathématique est utilisable autour de cette variable). Vous pouvez encore indiquer une commande directe à envoyer sur le port de communication au sein de ce script, avec la commande SEND (voir aussi ci-dessous).

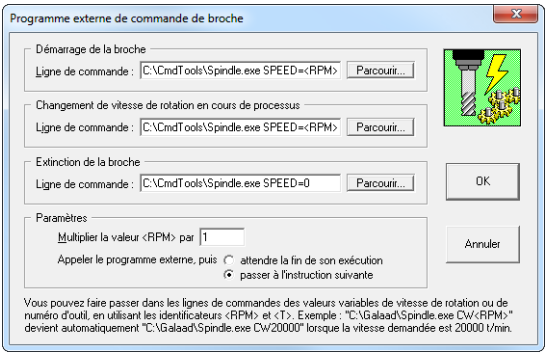

Séquence programmée de commande de broche
Séquence de démarrage
FLIP OUTPUT 7
OUTPUT 7 ON
DAC 127
PAUSE 1000
DAC 255
OUTPUT 1 ON
Séquence d'extinction
OUTPUT 1 OFF
DAC 0
OUTPUT 7 OFF
OK
Annuler
Commandes disponibles :
- OUTPUT 1 ON ---> Activer la sortie n° 1 (OFF pour désactiver)
- DAC 255*<RPM>/50000 ---> Mettre la sortie analogique à 0-255 selon la valeur RPM.
- PWM 100*<RPM>/50000 ---> Régler le signal PWM à 0-100% selon la valeur RPM
- PAUSE 0.5*<RPM> ---> Faire une pause de N millisecondes selon la valeur RPM.
- WAIT UNTIL INPUT 1 ON ---> Attendre que l'entrée n° 1 soit active (OFF pour inactive).
- FLIP INPUT 1 ---> Inverse les codes ON/OFF pour l'entrée n° 1.
- FLIP OUTPUT 1 ---> Inverse les codes ON/OFF pour la sortie n° 1.
- RUN ...\MyProgram.exe Arg1 Arg2 ... ---> Exécute un programme externe avec arguments et attend sa fin.
- START ...\MyProgram.exe Arg1 Arg2 ... ---> Exécute un programme externe et passe à l'instruction suivante.
- SEND ... ---> Envoie une commande directe sur le port.

Et puisqu'on parle de commandes à envoyer à la machine, il est possible de sélectionner comme modèle de broche "Commandes directes sur port". Dans ce cas, vous ne rédigez même plus une séquence de commandes définies et interprétées par Galaad dans son langage de script qui vont appeler les fonctions correspondantes de la machine. C'est carrément à vous de **rédiger dans le langage de la machine chaque télégramme à lui envoyer**, sachant que Galaad ne cherchera pas à comprendre de quoi il s'agit et se contentera d'attendre un acquittement standard à chaque envoi qu'il opère. Les commandes doivent être en texte, il n'y a pas de variable possible et il va sans dire que la machine est censée apprécier le sens et les subtilités de ce qu'elle reçoit. C'est vous qui êtes aux commandes, au sens premier du terme.



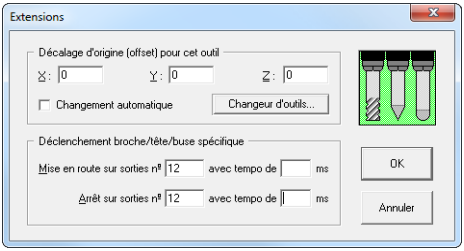
Programme externe de contrôle

Enfin, pour le cas où votre broche serait d'un type totalement inconnu de Galaad, utilisant un canal différent de la commande numérique, mais heureusement livrée avec un programme de contrôle exécutable sous Windows (même en mode console de commandes), il reste encore une dernière possibilité d'établir le lien entre Galaad et la broche via ce programme.


Programme externe de commande de broche
Démarrage de la broche
Ligne de commande : C:\CmdTools\Spindle.exe SPEED=<RPM>
Parcourir...
Changement de vitesse de rotation en cours de processus
Ligne de commande : C:\CmdTools\Spindle.exe SPEED=<RPM>
Parcourir...
Extinction de la broche
Ligne de commande : C:\CmdTools\Spindle.exe SPEED=0
Parcourir...
OK
Annuler
Paramètres
Multiplier la valeur <RPM> par 1
Appeler le programme externe, puis
attendre la fin de son exécution
passer à l'instruction suivante
Vous pouvez faire passer dans les lignes de commandes des valeurs variables de vitesse de rotation ou de numéro d'outil, en utilisant les identificateurs <RPM> et <T>. Exemple : "C:\Galaad\Spindle.exe CW<RPM>" devient automatiquement "C:\Galaad\Spindle.exe CW20000" lorsque la vitesse demandée est 20000 t/min.

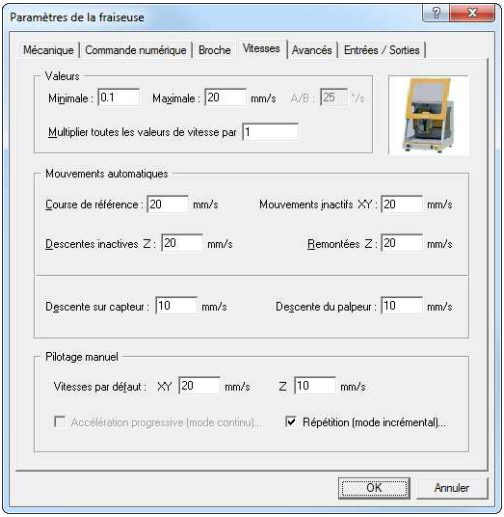
Les trois fonctions disponibles sont la mise en route, le changement de vitesse de rotation, et l'arrêt de la broche. Pour chacune de ces fonctions, vous devez indiquer un programme à appeler, avec ses arguments si nécessaire. Au moment de l'appel, Galaad se chargera de remplacer les arguments variables <RPM> et <T> par la vitesse de rotation et le numéro d'outil, écrits en texte décimal dans la ligne de commande. A noter que **le programme appelé ne peut accéder au port de communication** avec la machine, déjà ouvert et réservé par Galaad. L'utilisation d'un programme externe suppose que la broche est pilotée par un canal particulier que le programme en question est seul capable de gérer. A noter que Galaad fait ces appels et passe immédiatement à la suite. Il vous appartient de gérer leur exécution.

Important : il est possible de définir pour chaque outil, via le bouton "Extensions" de ses paramètres, des sorties spéciales pour la broche lorsque c'est cet outil qui doit usiner. Ces **sorties spécifiques selon l'outil** remplacent les sorties par défaut du cadre "Contrôle" des paramètres de broche. Si vous constatez un problème de commutation lié à un outil en particulier, vérifiez ces extensions spécifiques.



Vitesses

La page suivante des paramètres nous emmène dans le réglage des vitesses de travail de la machine. Ces vitesses sont en général réglées une fois pour toutes et ne sont pas liées à un usinage en particulier. Elles n'ont aucune influence sur ce qui a été défini dans le dessin pour les vitesses d'avance ni dans le magasin d'outil pour les vitesses de perçage.

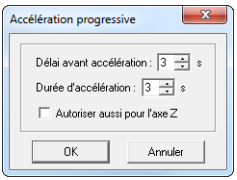


Votre commande numérique est capable de piloter des mouvements dans une plage de vitesses qui n'est sans doute pas infinie. Quand bien même elle le serait, vos outils ont quelques petites contraintes qu'il convient de ne pas négliger. Précisez donc une **vitesse minimale** et une **vitesse maximale** de mouvement, plus un maximum angulaire pour le cas où vous auriez une machine à 4 ou 5 axes. Galaad utilisera strictement ces valeurs comme plancher et plafond pour tous les ordres qu'il aura à transmettre à la machine. Si vous ne connaissez pas les limites de votre machine, disons qu'il est rare d'usiner à moins de 0,1 mm/s (6 mm/min) ou de déplacer un axe à plus de 100 mm/s (6000 mm/min), mais certaines grandes machines peuvent aller plus vite, et même parfois beaucoup plus vite. Mais dans certains cas, le fait d'aller trop vite peut faire perdre la position de la machine (du moins avec des moteurs pas-à-pas sans encodeur) et parfois causer quelques dégâts sur la pièce usinée. N'accusez pas tout de suite Galaad de faire de grosses bêtises si vous avez essayé de faire valser les limites. Si les vitesses envoyées à votre machine ne sont pas correctes, vous pouvez en changer l'échelle par le biais du **post-multiplicateur** normalement réglé à 1.

Le cadre central de cette page définit les différentes vitesses des **mouvements automatiques** qui sont conduits lors de l'usinage quand l'outil n'est pas actif dans le matériau. Les vitesses de **course de référence** sont tout simplement les vitesses auxquelles la machine va recaler sa position vers le point zéro machine. Par pitié pour vos capteurs de fin de course ou leurs butées mécani-

ques, n'utilisez pas de vitesses trop élevées. Les **mouvements inactifs XY** sont les déplacements horizontaux d'un tracé à l'autre lorsque l'outil est en position rétractée hors du matériau. Les **descentes inactives Z** représentent la première descente de l'outil rétracté vers la surface supérieure de la pièce, avant perçage. La vitesse de perçage, quant à elle, est définie avec les paramètres de chaque outil et la vitesse d'avance selon chaque objet dessiné. La vitesse de **remontée Z** correspond au dégagement vertical de l'outil lorsqu'il est rétracté hors du matériau. Enfin, les vitesses de **descente sur capteur** et **descente du palpeur** indiquent respectivement le mouvement de descente automatique sur le capteur pour mesurer la longueur d'outil lors de la prise d'origine pièce sur l'axe Z, et le mouvement de descente de l'aiguille du palpeur sur la pièce, si votre machine en est équipée.

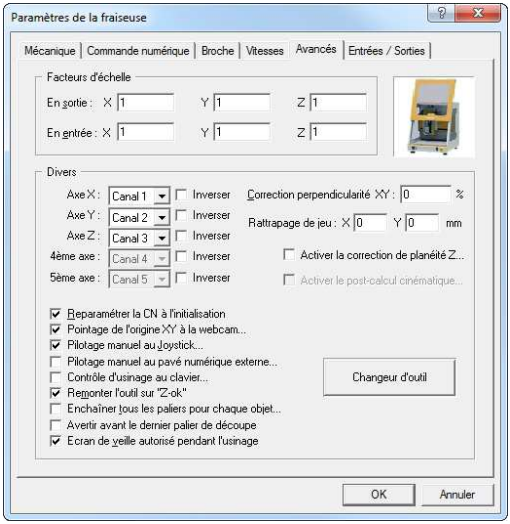
Les deux valeurs de **pilotage manuel** donnent les réglages par défaut des curseurs de vitesse lorsqu'on ouvre la fenêtre de pilotage manuel ou prise d'origine pièce. Le préréglage dans ces paramètres vous évite de manipuler systématiquement les curseurs à chaque ouverture du pilotage manuel. Le curseur de vitesse angulaire pour les axes A et B est fixé arbitrairement à 15°/s par défaut, non réglable ici.



Si votre commande numérique est pourvue d'une fonction *override* (contrôle temps-réel de la vitesse), Galaad peut faire une **accélération progressive** des mouvements lors du pilotage manuel. Ceci s'avère pratique pour gérer à la fois des déplacements longs et des réglages fins sans changer de vitesse à tout bout de champ. Le fait de cocher la case correspondante permet d'accéder au réglage du délai avant accélération et du temps de montée pendant lequel le mouvement accélère lentement jusqu'à doubler de vitesse. Autre possibilité, la **répétition en mode incrémental** (lorsque le mouvement manuel n'est pas continu et illimité) permet de reproduire le mouvement après un bref délai si la touche de mouvement est restée enfoncée. Un petit "bip" est émis pour ponctuer le mouvement. N'oubliez pas que vous pouvez toujours **déplacer les axes à vitesse lente** avec le bouton droit de la souris, ou en appuyant sur la touche Ctrl du clavier, ou encore avec le bouton n° 2 du *joystick* (configuration par défaut).

Paramètres avancés

Nous voilà maintenant arrivés à la page fourre-tout des paramètres de la fraiseuse, dans laquelle ont été déversées pêle-mêle toutes les données inclassables dans les autres pages, ce qui n'en facilite pas la lecture. Suivez le guide et tenez bon la rampe.


Paramètres de la fraiseuse
Mécanique
Commande numérique
Broche
Vitesses
Avancés
Entrées / Sorties
Facteurs d'échelle
En sortie : X 1 Y 1 Z 1
En entrée : X 1 Y 1 Z 1
Divers
Axe X : Canal 1 Inverser
Axe Y : Canal 2 Inverser
Axe Z : Canal 3 Inverser
4ème axe : Canal 4 Inverser
5ème axe : Canal 5 Inverser
Correction perpendicularité XY : 0 %
Rattrapage de jeu : X 0 Y 0 mm
Activer la correction de planéité Z...
Activer le post-calcul cinématique...
Reparamétrer la CN à l'initialisation
Pointage de l'origine XY à la webcam...
Pilotage manuel au Joystick...
Pilotage manuel au pavé numérique externe...
Contrôle d'usinage au clavier...
Remonter l'outil sur "Z-ok"
Enchaîner tous les paliers pour chaque objet...
Avertir avant le dernier palier de découpe
Ecran de veille autorisé pendant l'usinage
Changeur d'outil
OK
Annuler

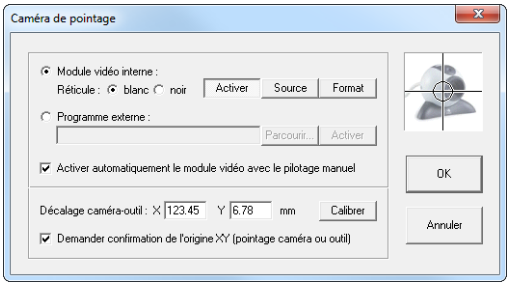
Bien que situés en haut de la fenêtre, les **facteurs d'échelle** n'ont rien à voir avec une quelconque montée du courrier à l'étage. Ces valeurs augmentent ou réduisent les ordres de grandeurs des coordonnées envoyées à la commande numérique ou renvoyés par celle-ci pour chaque axe. On a vu précédemment qu'un tel facteur existe aussi pour les vitesses, mais uniquement dans le sens Galaad vers machine, celle-ci n'ayant pas à renvoyer des vitesses dont le logiciel ne saurait que faire. Ces facteurs d'échelle sont liés aux paramètres de pas des vis à billes et de résolution des moteurs définis dans la page "Mécanique". Sauf micro-erreur à corriger, ils sont censés être tous neutres, c'est à dire à 1.

A la cave sont remisés les nombreux éléments qui n'avaient pas leur place ailleurs. A gauche sur l'étagère, vous pouvez **réassigner les axes**, par exemple pour intervertir les axes X et Y si l'orientation machine vue du poste opérateur ne convient pas (mettez alors X sur le canal 2 et Y sur le canal 1). Vous pouvez par la même occasion **inverser** le sens d'un axe, ce qui fait que Galaad enverra à la commande numérique des coordonnées négatives à la place de positives et réciproquement (ou lui enverra une commande d'inversion lors de l'initialisation). Attention, cette inversion de sens ne change pas la position du point zéro machine mais se contente de faire en sorte que l'axe aille dans la bonne direction. Pour que ce qui est affiché à l'écran corresponde bien à l'orientation de la machine, vous devez avant tout régler la position du **point zéro machine** dans la page "Commande numérique" (voir précédemment dans ce même chapitre).

Beaucoup d'options disponibles dans cette page affichent un texte suivi de points de suspension. Ceci signifie que, si vous activez l'option, une boîte de dialogue s'affichera pour régler les paramètres sous-jacents. Si l'option est déjà active, il suffit de double-cliquer dessus. Attention, si vous validez une sous-fenêtre, il faudra valider aussi la fenêtre-mère.

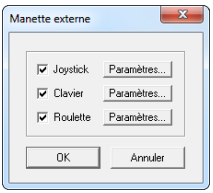
Dans le cas où votre commande numérique reçoit des **paramètres lors de l'initialisation**, vous pouvez décider si ce paramétrage doit être effectué. Si votre machine est dotée d'un tableau de bord avec accès aux réglages internes, désactivez cette option. Sinon, laissez-la active.

Le **pointage de l'origine XY à la webcam** permet de faire à l'écran l'origine pièce. Référez-vous au chapitre "Fonctions avancées de l'usinage", section "Pointage de l'origine pièce à la caméra vidéo" pour plus d'informations

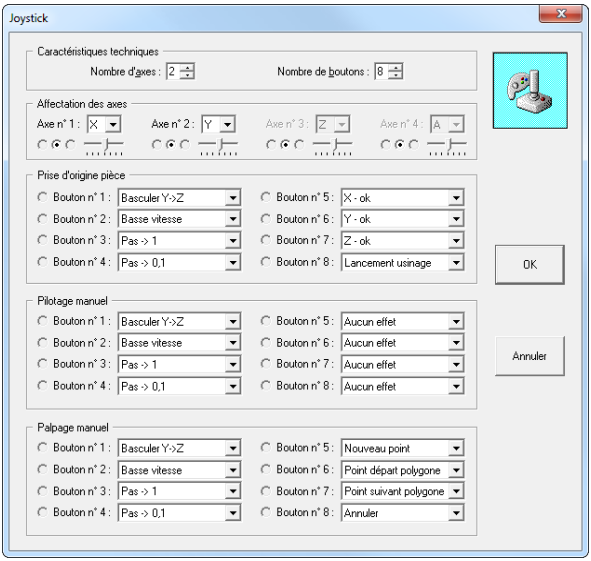


sur le pointage. Avec Galaad est fourni un petit programme de visualisation qui utilise le format *"Video-For-Windows"* pour afficher sur l'écran de pilotage manuel les images provenant d'une webcam, en y incrustant un réticule de visée. Les réglages du *driver* et de l'image sont accessibles par les boutons "Source" et "Format". Il est tout à fait possible de faire appel à un programme externe d'affichage vidéo qu'il suffira d'indiquer avec sa ligne de commande. Un soin tout particulier doit être apporté au **calibrage du décalage XY entre la caméra et le centre de l'outil**, sous peine d'avoir des prises d'origine erronées. Un bouton permet ici d'accéder au calibrage semi-automatique, lequel consiste à pointer une marque sur une pièce ou sur le plateau machine avec l'outil, valider la position outil, puis déplacer les axes de façon à avoir la marque dans le collimateur, puis valider la position caméra.

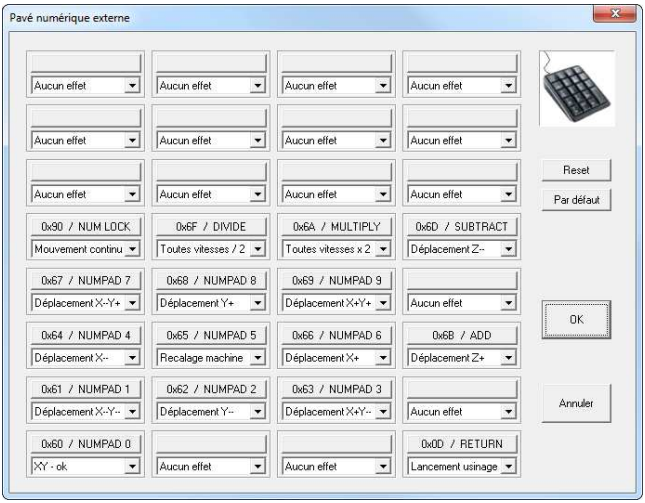
Si vous voulez faire un **pilotage manuel sur une manette** externe (un *joystick* ou *gamepad*, un pavé numérique, une roue codeuse), ce qui est une excellente idée, il faut signaler à Galaad qu'il doit tenir compte de ce qui se passe sur cette manette ou ce clavier. Vous pouvez bien entendu activer plusieurs de ces éléments.



Dans le cas d'un ***joystick*** ou d'un ***gamepad***, il s'agit pour le logiciel de réagir aux poussées sur le manche. Avec certains modèles anciens, il faut prévenir Windows qu'une manette de jeu a été branchée, mais les modèles USB *"plug & play"* n'ont pas cet inconvénient. La manette doit avoir au moins deux axes et au plus quatre pour piloter les mouvements. Les boutons peuvent se voir assigner des fonctions choisies dans les listes déroulantes pour chaque mode de pilotage : origine pièce, pilotage manuel simple, et palpage manuel. Pour les manettes de jeu analogiques, de petits curseurs permettent de calibrer au mieux le déclenchement du mouvement.

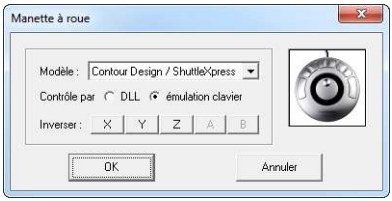

Joystick
Caractéristiques techniques
Nombre d'axes : 2
Nombre de boutons : 8
Affectation des axes
Axe n° 1 : X
Axe n° 2 : Y
Axe n° 3 : Z
Axe n° 4 : A
Prise d'origine pièce
Bouton n° 1 : Basculer Y->Z
Bouton n° 2 : Basse vitesse
Bouton n° 3 : Pas -> 1
Bouton n° 4 : Pas -> 0,1
Bouton n° 5 : X - ok
Bouton n° 6 : Y - ok
Bouton n° 7 : Z - ok
Bouton n° 8 : Lancement usinage
Pilotage manuel
Bouton n° 1 : Basculer Y->Z
Bouton n° 2 : Basse vitesse
Bouton n° 3 : Pas -> 1
Bouton n° 4 : Pas -> 0,1
Bouton n° 5 : Aucun effet
Bouton n° 6 : Aucun effet
Bouton n° 7 : Aucun effet
Bouton n° 8 : Aucun effet
Palpage manuel
Bouton n° 1 : Basculer Y->Z
Bouton n° 2 : Basse vitesse
Bouton n° 3 : Pas -> 1
Bouton n° 4 : Pas -> 0,1
Bouton n° 5 : Nouveau point
Bouton n° 6 : Point départ polygone
Bouton n° 7 : Point suivant polygone
Bouton n° 8 : Annuler
OK
Annuler

Vous pouvez utiliser un **pavé numérique externe** (ou tout simplement le clavier principal) et assigner une fonction à chaque touche. Le paramétrage est très simple : cliquez sur un bouton libre ou déjà occupé, appuyez ensuite sur une touche du clavier ou du pavé numérique, enfin choisissez dans la liste déroulante la



fonction à associer. Le pilotage manuel appellera cette fonction lorsque vous appuierez sur la touche programmée, du moins si elle est utilisable à ce moment.

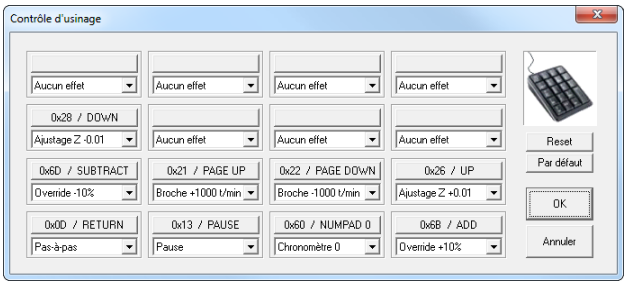
Pour les réglages fins d'une origine pièce, la **roulette codeuse** est un élément intéressant. On rappelle que la roulette de la souris fait bouger le dernier axe déplacé d'un incrément de 0.01 mm (si la résolution est suffisante), ce qui est une forme simple mais non moins efficace de roue codeuse. Galaad gère en plus quelques manettes de contrôle conçues pour les logiciels de montage vidéo mais qui s'adaptent avec bonheur au pilotage manuel d'une machine numérique. La première fonction d'une manette à roue codeuse consiste à déplacer les axes par petits incréments, afin de finaliser une approche d'origine pièce. Le sens de déplacement est lié au sens de rotation de la roue, qu'il est possible d'inverser pour chaque axe. Le nombre de boutons varie considérablement d'une manette à l'autre (un seul pour la *PowerMate*, quinze pour la *ShuttlePro2*). Les fonctions des boutons ne sont pas configurables. En général, ces manettes proposent une émulation clavier, chaque action correspondant virtuellement à l'appui sur une touche. Galaad peut soit traiter ces événements clavier soit dialoguer directement avec le *driver* via la DLL fournie par le constructeur, l'important étant que le dialogue se fasse. Les différents modèles utilisables sont les suivants :

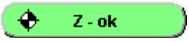


- *Contour Design / ShuttleXpress*, sans doute la plus efficace et la moins coûteuse. Cette manette est dotée d'une roue codeuse en son centre pour opérer les déplacements incrémentaux de l'axe actif, entourée d'un anneau de mouvement rapide vers la gauche ou la droite avec retour au centre. Cet anneau sert aux mouvements continus. Si votre commande numérique est dotée d'une fonction de contrôle temps-réel de la vitesse (AxeMotion, SM-Motion, TechLF), le mouvement sera modulé en fonction de la position de l'anneau. Les deux boutons latéraux de part et d'autre de la roue centrale permettent de régler l'incrément à 0.1 mm pour le bouton de gauche et 0.01 mm pour le bouton de droite. Les trois boutons supérieurs servent à choisir l'axe actif parmi XYZ. La position de l'axe actif en bas de l'écran est encadrée d'un rectangle blanc pour éviter les malentendus. Un double-clic, ou plutôt une double-pression sur l'un de ces boutons valide l'origine pièce comme si l'on cliquait sur les boutons verts "X - ok", "Y - ok" ou "Z - ok". Avec une broche à régime asservi, la roue codeuse et les boutons latéraux ajustent la vitesse de rotation, les trois boutons validant la fenêtre de réglage. En usinage, ces trois boutons correspondent au

mode pas-à-pas, la pause, et l'arrêt. L'anneau correspond alors à la survitesse et la roue à la vitesse de rotation de la broche.
- *Contour Design / ShuttlePro* est la grande sœur de la précédente, plus richement dotée en boutons. Les fonctions de la roue, de l'anneau et des boutons latéraux sont identiques à la *ShuttleXpress*, mais les cinq boutons du dessus permettent le contrôle de cinq axes XYZAB. Les quatre boutons du haut appellent les boutons de commande du pilotage manuel, et les quatre boutons du bas émulent les touches Espace, ⇆, Echap et Entrée, utilisables aussi dans les boîtes de dialogue. Pour ces deux manettes, si vous choisissez le dialogue par émulation clavier, vous devez ouvrir leur fenêtre de réglage dans la zone de notification à droite de la barre des tâches ou dans le panneau de configuration Windows. La fonction *"Options / Import settings"* vous permet de choisir une émulation prédéfinie. Allez dans le répertoire d'installation de Galaad et sélectionnez le fichier pour Kay, Kynon ou Lancelot (ce dernier assure le fraisage depuis Galaad et le tournage depuis Gawain). Il ne vous reste plus qu'à associer cette configuration au module exécutable correspondant. La configuration "montera" toute seule lorsque le module sera actif.
- *DV Keyboard* est un clavier destiné au montage vidéo, qui intègre une roulette codeuse et un anneau surmontés de deux boutons. Ces deux boutons permettent de choisir l'incrément entre 0.1 mm et 0.01 mm. Les fonctions de la roue et de l'anneau sont identiques à ce qui a été décrit précédemment.
- *Griffin Technology / PowerMate* est une simple roue codeuse avec un unique bouton. L'incrément est donc fixé à 0.01 mm, et le changement d'axe actif se fait en appuyant rapidement une fois, deux fois, trois fois, *etc.* sur le bouton.
- *Hanwha / GR100* est un autre clavier destiné au montage vidéo, mais doté de huit boutons. Les deux boutons du haut changent d'incrément ; les suivants changent l'axe actif.

L'option de **contrôle d'usinage au clavier** propose des associations identiques à celles du pilotage manuel sur pavé numérique externe, entre les touches du clavier et les commandes disponibles lors de l'usinage. Le paramétrage se fait de la même façon, les fonctions listées sont juste moins nombreuses.



Lors de la prise d'origine pièce, le logiciel peut **remonter l'outil sur Z-ok** de façon automatique. Lorsque vous affleurez la position de l'origine pièce avec le bout de l'outil, sur la surface supérieure ou sur le plateau-martyr, et cliquez sur le bouton vert 

pour valider cette nouvelle origine pièce Z, l'outil sera remonté à la nouvelle position de retrait. Cette position étant la surface supérieure de la pièce moins la hauteur de retrait. Ceci facilite la suite des opérations en vous évitant de remonter l'axe Z manuellement pour pouvoir déplacer ensuite X et Y.

L'option d'**enchaîner tous les paliers pour chaque objet** veut dire que tous les paliers (profondeur maximale par passe de l'outil) seront faits pour chaque objet avant de passer à l'objet suivant, plutôt que faire tous les objets pour chaque palier avant de passer au palier suivant ce qui est le cas par défaut. On rappelle que la profondeur maximale par passe est un paramètre d'outil, et qu'il est possible pour un objet sélectionné d'ignorer les paliers au moment de l'usiner (icone verte de profondeur, vitesse & outil). Dans le même domaine, il est possible d'envoyer un message d'avertissement à l'opérateur lorsqu'on usine le **dernier palier de découpe** pour un tracé donné, afin que celui-ci maintienne la pièce en place (voir aussi les fonctions de points d'attache pour les contournages).

Pour surveiller de loin ce qui se passe sur l'ordinateur, il est possible de ne pas **autoriser l'écran de veille pendant l'usinage**, à titre temporaire. Les paramètres de votre écran de veille Windows ne sont pas affectés par cette option, mais simplement ils sont inactifs tant que l'usinage dure, et l'écran de veille n'est donc pas appelé. Une fois le message de fin de cycle validé, l'écran de veille est restauré dans ses prérogatives.

Pour rattraper un défaut mécanique induisant une dérive entre les axes X et Y, vous pouvez utiliser la valeur de **correction de la perpendicularité XY** après avoir mesuré cette dérive. Explication par l'exemple : découpez avec la machine un grand rectangle cartésien dans un matériau quelconque (si possible bon marché). Utilisez de préférence un outil de coupe à profil cylindrique, et découpez un rectangle de grandes dimensions. Attrapez une équerre de qualité,

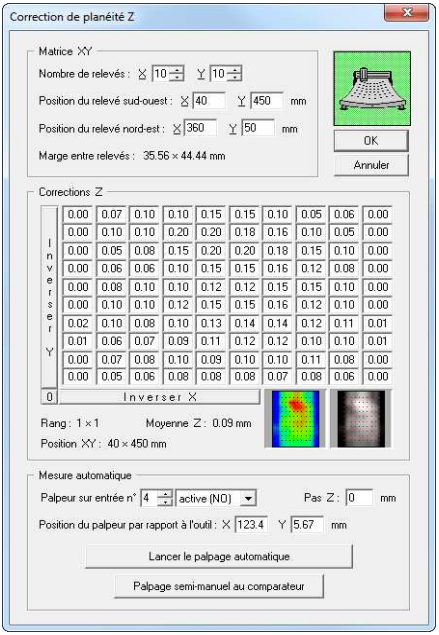
placez-la dans un angle et cherchez un écart - même léger - avec l'autre bord (voir schéma ci-contre). Si vous constatez un décalage, c'est que les axes X et Y de votre fraiseuse ne sont pas tout à fait perpendiculaires, ce qui peut arriver même sur les machines de la meilleure

facture. Autrement dit, cette malicieuse s'amuse à usiner un parallélogramme alors que vous lui aviez demandé un rectangle. Avant de la redresser à grands coups d'un marteau vengeur et décidé, songez que Galaad peut soigner le problème de manière homéopathique mais néanmoins efficace.

Mesurez tout d'abord avec précision l'**écart E entre l'équerre et le bord disjoint**, ainsi que la **hauteur H du rectangle**. Peu importe si vous mesurez la stricte verticale ou bien le long du bord presque vertical du pseudo-rectangle, à moins que l'écart ne soit vraiment énorme, auquel cas il faudrait songer à envoyer du papier timbré au constructeur. Ramenez E à la proportion de 100 par la petite règle de trois E' = E × 100 / H. Il ne vous reste plus qu'à reporter la valeur E' dans la case "*Correction de la perpendicularité XY*" et recommencer l'opération en usinant à nouveau le même rectangle. Si le problème s'aggrave, c'est que la dérive à corriger était dans l'autre sens. Reportez alors la même correction en négatif, c'est à dire -E' au lieu de E' dans la case de correction. Cette fois, ça devrait aller mieux. Une autre méthode consiste à usiner deux rectangles identiques, en retourner un horizontalement, ajuster ensemble les bords inférieurs et vérifier s'il y a un écart entre les bords supérieurs, auquel cas cet écart représente le double de la valeur à corriger, ramenée en pourcentage de la hauteur. Une dernière méthode pour constater une dérive consiste à mesurer la différence de longueur entre les deux diagonales du rectangle. On vous épargne la méthode de calcul, un peu moins sereine et réservée aux amateurs de trigonométrie appliquée, sur eux un salut fraternel.

Autre classique des machines-outils, un **rattrapage de jeu** des axes X et Y est possible, bien que ce type de correction perde beaucoup de son sens en commande numérique ou l'axe immobile n'est pas bloqué par un frein et sera donc libre de bouger dans le domaine de jeu. Ajoutons que cette fonction ne fait pas bon ménage avec les usinages rapides de courbes où le calcul cinématique permet une bonne dynamique d'enchaînement des mouvements. Cette dynamique sera irrémédiablement rompue par les décalages instantanés rendus nécessaires par le rattrapage de jeu lorsqu'un axe change de sens, ce qui est tout de même assez fréquent. Si votre machine a du jeu dans les axes, c'est à vous de choisir entre vitesse et précision, sachant qu'il vaut mieux équiper la machine de transmissions de qualité. Les jeux à corriger sont exprimés en valeurs absolues, et il n'y a pas de rattrapage pour l'axe Z. Outre les limites susmentionnées, le poids de la broche et la pression de plongée le rendent encore moins utile.

La **correction de planéité** est une fonction permettant de tenir compte des défauts du plateau de la machine, à condition que ceux-ci soient dûment mesurés. Sur une machine de petite taille, il suffit d'opérer un surfaçage du plateau-martyr à l'aide d'une fraise plate de grand diamètre, afin d'obtenir la planéité correspondant au plan des axes X et Y. Les usinages sur un plateau surfacé par la machine elle-même ne devraient pas poser de problème de variation Z. Mais sur une machine de grande surface, ou si le plateau supportant les pièces ne peut pas être surfacé pour une raison ou une autre, le logiciel peut corriger par le calcul ces variations du plan de la pièce. Ceci suppose que la pièce à usiner épouse les variations du plateau.



La fonction se base sur une matrice de points disposés à intervalles réguliers sur le plateau, chaque point ayant une position Z mesurable. Vous pouvez indiquer le nombre de points X et Y relevés sur le plateau, ainsi que l'emplacement général de la matrice, c'est-à-dire les marges latérales autour de celle-ci. Le logiciel va vous aider à relever l'altitude de chaque point de la matrice, en positionnant lui-même le palpeur ou le comparateur, tenant compte du décalage entre le palpeur et la broche. Si votre machine est équipée d'un palpeur, Galaad pourra faire tout seul les relevés point par point. Sinon, vous devrez monter un comparateur et piloter vous-même l'axe Z jusqu'à ce que l'aiguille revienne à la position de référence. Une fois un relevé validé, le logiciel remonte l'axe Z, le déplace jusqu'au point XY suivant et redescend à la position précédente. Il ne vous reste alors qu'à manœuvrer finement l'axe Z pour que l'aiguille revienne à la référence, et Galaad notera l'altitude.

La matrice des relevés de planéité sert à réajuster les coordonnées Z des tracés usinés, avec une fonction de lissage progressif pour que le résultat s'adapte parfaitement aux variations du plateau.

Post-calcul cinématique

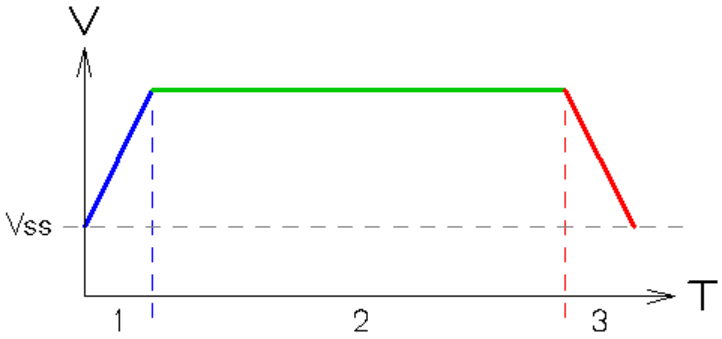
Le calcul cinématique est une fonction importante qui permet d'effectuer des usinages rapides. Son but est d'assurer une fluidité optimale de mouvement à vitesse élevée tout en évitant la perte de pas ou l'erreur de poursuite d'un *servodrive*. Lorsque cette fonction est active, la vitesse d'usinage n'est plus une contrainte imposée pour chaque déplacement mais un objectif à atteindre dans la mesure du possible, l'impératif majeur étant d'éviter qu'un moteur ne sorte de ses limites électromécaniques. Le calcul cinématique ne peut être activé que sur les machines dont les contrôleurs de commande numérique sont dotés de trois fonctionnalités :
- Un *buffer* de mémoire locale (voir ce paramètre) permettant de stocker des mouvements avant leur exécution. Le logiciel fonctionne alors en mode asynchrone et cherche à maintenir un haut niveau de remplissage du *buffer*.
- Corollaire du précédent, une bande passante élevée pour que la transmission des mouvements aille globalement plus vite que leur exécution. Si le parcours est plus rapide que la transmission, le *buffer* se vide et il y aura alors un moment où la machine sera lancée dans une trajectoire brutalement interrompue, occasionnant des cognements ou des pertes de pas.
- La possibilité d'exécuter des mouvements avec rampes d'accélération et des mouvements à vitesse constante (voir ci-après). Il existe d'autres types de mouvement que Galaad exploite lorsqu'ils sont disponibles, en général sur des systèmes CNC très avancés.

Si l'une de ces trois fonctionnalités est manquante, le calcul cinématique est inopérant. La bande passante, liée au port de communication, au protocole et au langage de commande utilisés, représente souvent le point critique d'un usinage rapide. Si le nombre de vecteurs à transmettre est élevé sur une courte distance du parcours, par exemple dans une courbe à fine résolution, la vitesse de mouvement risque de rendre le temps de transmission plus long que le temps d'exécution par la machine. Inversement, une longue ligne droite ne nécessite qu'une seule coordonnée à transmettre, ce qui est très bref, et du temps pour en exécuter le mouvement, ce qui permet à la transmission de prendre de l'avance. Le *buffer* de mémoire locale est donc chargé d'amortir les variations de l'écart entre transmission et exécution le long du parcours d'usinage. Même avec un *buffer* de grande taille, il est nécessaire que la transmission soit globalement plus rapide que l'exécution.

Les paramètres cinématiques sont divisés en deux parties correspondant aux deux types de mouvements possibles en usinage. Nous allons en profiter pour faire un peu de théorie sur la dynamique de ceux-ci.

Le premier type de mouvement est le vecteur avec rampe d'accélération. Un vecteur est un mouvement de base d'un point vers un autre à une vitesse donnée. Par exemple, dans un usinage 3 axes, un vecteur aura des composantes de distance X, Y, Z et une composante de vitesse V. La puissance d'un moteur n'est évidemment pas infinie. Accouplé à un axe, il a une certaine inertie qui vient contrecarrer ses changements de vitesse. Il ne peut pas passer de l'immobilité à une vitesse de rotation élevée, ni réciproquement passer d'une vitesse de rotation élevée à l'immobilité. Par conséquent le contrôleur de commande numérique lui impose trois phases pour faire son mouvement entre deux points :
1 - Une phase d'accélération, permettant d'atteindre la vitesse demandée. Le moteur ne part pas d'une vitesse nulle mais d'une vitesse plancher appelée "Vitesse de démarrage et d'arrêt" ou "Vitesse Start/Stop". Le contrôleur de commande numérique le fait passer instantanément de l'immobilité à cette vitesse puis le fait monter en régime selon la rampe d'accélération que sa puissance et son inertie peuvent tolérer.
2 - Une fois la vitesse atteinte, le régime reste stable. Le moteur effectue l'essentiel du mouvement vers le point cible à cette vitesse.
3 - Un peu avant d'atteindre ce point, le contrôleur enclenche une rampe de freinage qui permet au moteur de ralentir puis s'immobiliser en douceur sur le point cible. La décélération est en général symétrique de l'accélération.

Le mouvement est d'autant plus bref que les points sont rapprochés. Alors si, en plus, la vitesse demandée est élevée, il se peut que le moteur passe directement de la phase 1 à la phase 3, c'est-à-dire qu'il commence à freiner avant même d'avoir fini son accélération et sans avoir atteint la vitesse. C'est le contrôleur qui gère tout ceci. Globalement, la courbe de vitesse décrit un trapèze : une première pente montante (rampe d'accélération), puis un plateau stable, et enfin une pente descendante (rampe de freinage).



Les deux paramètres d'un mouvement avec rampes sont donc la vitesse Start/Stop, et la pente d'accélération qui sert aussi pour le freinage. Les contrôleurs de commande numérique ne travaillant généralement pas au système métrique, ni même anglo-saxon, mais en incréments de moteur, la vitesse est en fait une fréquence exprimée en Hertz. On parle donc de "**Fréquence Start/Stop**" qui se traduit en une vitesse pour chaque axe. Si ceux-ci ont des démultiplications différentes, la fréquence Start/Stop sera celle de l'axe le plus critique, c'est-à-dire le moteur le moins puissant de l'axe le plus lourd ayant le rapport de transmission le plus élevé. Mettez tout ça dans un shaker, agitez fortement, il en ressortira en général une fréquence de l'ordre de ½ à 1 tour/seconde du moteur le plus critique, du moins sur une machine à peu près classique. Par exemple, si vos moteurs ont une résolution de 800 impulsions/tour, la fréquence Start/Stop sera typiquement entre 400 et 800 Hertz.

La fréquence Start/Stop donne la vitesse instantanée d'arrachement à l'immobilité, et en même temps la dernière vitesse juste avant l'arrêt du moteur. Un mauvais réglage a des conséquences importantes sur le comportement de la machine. Si la valeur est trop basse, les rampes d'accélération et de freinage seront longues et on aura l'impression que les mouvements sont mous, ce qui n'est pas encore trop grave. Mais si elle est trop élevée, le moteur devra faire un saut trop important pour attaquer sa rampe d'accélération, et réciproquement il tournera trop vite au moment de s'arrêter. Au mieux la machine émettra un cognement et, au pire, les moteurs vont perdre des pas (la position va se décaler) ou, pour un *servodrive*, générer une erreur de poursuite. Une bonne oreille à l'affût des bruits et chocs mécaniques est un atout sérieux pour le réglage fin d'une fréquence Start/Stop.

Le second paramètre d'un vecteur à rampes est la pente d'**accélération**, c'est-à-dire la rapidité de montée en régime. La pente de décélération étant symétrique pour la descente en régime, le réglage de l'accélération est aussi celui du freinage. Comme pour la fréquence Start/Stop, la distance est codée en incréments. Une accélération en incréments par seconde carrée se quantifie donc en Hz/s, et sera commune à tous les axes, comme la fréquence Start/Stop. Si sa valeur est trop basse, les rampes de montée et de descente en régime seront trop longues, donnant un caractère mou aux déplacements. Mais si elle est trop élevée, le moteur risque de ne pas arriver à suivre la pente et va décrocher en cours de route, occasionnant un décalage ou une erreur de *servodrive*. La pente d'accélération est censée se calculer selon les conditions de travail de l'axe le plus critique, donc le moteur le plus faible ayant la charge la plus importante, en tenant compte de la courbe de couple de ce moteur relativement à sa vitesse. Autant dire que ce n'est pas simple et que, là encore,

l'expérience et une oreille fine sont plus précieuses qu'une calculatrice pour trouver la bonne valeur d'accélération. La fonction de calibrage de Galaad peut d'ailleurs vous aider à affiner les réglages.

Les vecteurs à rampes sont utilisés pour tous les mouvements isolés entre deux points. Isolés signifie que la vitesse à chacun de ces points est faible ou nulle. Tous les mouvements de pilotage manuel ou semi-automatique, sans exception, utilisent des vecteurs à rampes, y compris le palpage, la descente sur le capteur d'outil ou le changeur d'outil. Tous ces mouvements sont considérés comme isolés même s'ils appartiennent à une séquence enchaînée. En usinage automatique, les mouvements de positionnement outil relevé, de descente de l'outil au contact de la surface, de plongée verticale dans la matière, de remontée à la hauteur de retrait, et de parking sont aussi des mouvements isolés, faisant par conséquent appel à des vecteurs à rampes. Enfin, lorsque l'outil avance dans la matière, si un mouvement se fait entre deux sommets vifs sur lesquels l'outil passe à vitesse faible ou nulle, comme par exemple les côtés d'un rectangle, alors là aussi le logiciel utilisera un vecteur à rampes, même s'il n'est pas isolé.

Beaucoup de machines de type ancien ou ayant des vitesses limitées ne sont capables d'effectuer que des mouvements avec rampes. Sur une trajectoire courbe, il y aura par conséquence une accélération, une vitesse de croisière et un freinage pour chacun des petits vecteurs qui composent la courbe, ce qui signifie que la machine passe son temps à accélérer et freiner, et probablement n'atteint jamais la vitesse cible, sauf sur les déplacements longs. Le résultat est en général lent et haché, surtout lorsque la vitesse requise est élevée. Evidemment, si la machine est dotée d'une commande d'interpolation circulaire, au moins les arcs de cercle pourront être effectués en un seul mouvement, avec une accélération et un freinage en début et fin d'arc plutôt que sur chaque vecteur décrivant cette courbe. Mais ceci suppose d'une part que l'arc est lui-même isolé, sans enchaînement direct en amont ni en aval avec le reste de la trajectoire, et d'autre part que les résolutions et démultiplications des axes X et Y sont strictement identiques, sinon l'interpolation circulaire est inopérante. De toute façon, ce type d'interpolation n'est pas applicable à une courbe non circulaire telle qu'une ellipse, une spline ou une courbe de Bézier. En fait, l'idéal pour obtenir un parcours fluide quel que soit le type de courbe et les caractéristiques des axes serait d'enchaîner les vecteurs sans ralentir entre chaque, ce qui nous mène à rechercher autre chose que des vecteurs à rampes pour suivre une trajectoire continue.

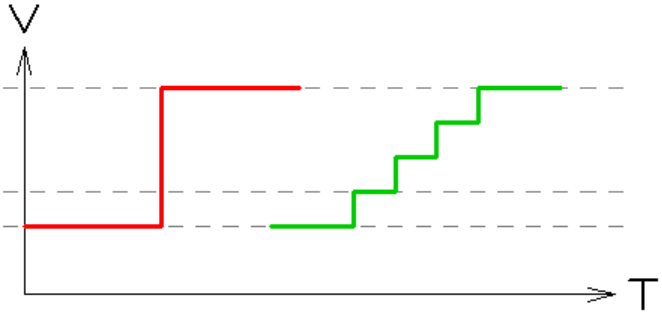
Le second type de mouvement que Galaad peut commander, sous réserve que la commande numérique l'accepte, est le vecteur à vitesse constante. Il n'y a pas de rampes d'accélération et freinage, la vitesse est inchangée du début à la fin du vecteur. L'avantage est que plusieurs vecteurs peuvent se succéder sans qu'il y ait de ralentissement entre eux. Mais, pour le coup, ceci pose d'autres problèmes, en premier lieu le fait qu'il faille globalement accélérer pour atteindre la vitesse demandée le long de la courbe sans oublier de ralentir en fin de parcours, et aussi appliquer une formule de calcul qui garde une cohérence dans les changements de vitesse.

Les vecteurs à vitesse constante n'ont pas de paramètres globaux tels que la fréquence Start/Stop et l'accélération, puisque leur vitesse ne varie pas. Par contre, pour les gérer de façon correcte, le logiciel a besoin d'autres paramètres bien plus difficiles à régler puisqu'on ne peut pas les essayer de façon isolée dans un simple pilotage manuel.

Beaucoup de systèmes de gestion globale des trajectoires sont basés sur l'angle que forment deux vecteurs successifs dans un parcours, cet angle déterminant la réduction de vitesse à leur point de passage. Mais cette solution d'apparence simple ne fonctionne que dans les cas optimaux. Les angles ponctuels d'une succession de vecteurs ne donnent pas la dynamique de l'enchaînement, qui varie grandement selon que le virage global est large ou serré. Un demi-tour effectué sur un demi-cercle de 180 vecteurs faisant un angle de 1° chacun ne se négocie sûrement pas à la même vitesse selon que l'arc fait 1 mm ou 100 mm de rayon.

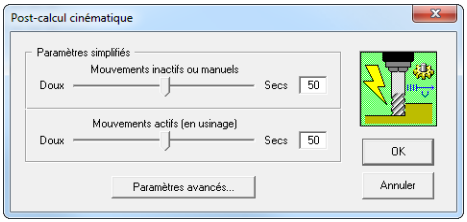
La fonction de calcul cinématique de Galaad est arithmétique et non géométrique. Elle considère chaque moteur de façon isolée. En effet, même si l'on a une vue globale sur un parcours dans un mouvement sur plusieurs axes, un moteur ne se préoccupe pas de savoir ce que font ses collègues au même moment. La seule chose importante est de savoir si, pour chaque moteur, le changement de vitesse qu'on lui impose est supportable selon la puissance qu'il peut fournir et la charge inertielle qu'il entraîne. Le calcul est donc avant tout une recherche de discontinuité des vitesses de rotation. Les paramètres qui en résultent sont par conséquent de deux sortes, qu'on peut plus ou moins rapprocher d'une fréquence Start/Stop et d'une accélération : d'une part, quel changement maximum de vitesse un moteur peut-il supporter sans décrocher, et d'autre part, combien de temps faut-il à un moteur pour amortir un changement de vitesse avant qu'on puisse lui en imposer un autre. Le but du calcul est de substituer à une marche infranchissable un petit escalier que le moteur peut monter ou descendre sans buter dessus. Un changement de vitesse trop

important devient alors une succession de petits changements supportables, étalés dans le temps. Reste à définir la hauteur des marches (la discontinuité maximale que le moteur peut supporter) et leur largeur qui, combinées, donnent la pente globale de l'escalier. Plus le moteur peut accepter un changement important de vitesse, moins il y aura de marches intermédiaires. Et moins le délai pour amortir un changement de vitesse est important, plus l'accélération globale sera forte.

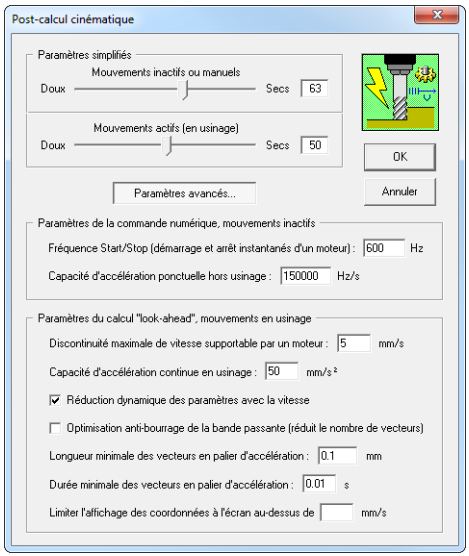


Evidemment, le fait d'ajouter des mini-vecteurs intermédiaires augmente de façon notable le nombre de coordonnées à transmettre, ce qui est gourmand en bande passante. C'est pourquoi on peut être tenté de régler une valeur élevée de discontinuité maximale. Mais le but est avant tout de faire en sorte que les moteurs ne sortent pas de leur plage efficace de fonctionnement. La bande passante devra tenir le choc, ou alors vous devrez réduire la vitesse maximale d'usinage, considérant que la machine ne peut pas suivre. A noter que le couple d'un moteur n'est pas constant. Sur les moteurs pas-à-pas, on observe même une chute brutale avec la vitesse, en général vers 10 à 15 t/s. Ce qui veut dire que les paramètres de discontinuité et de pente d'accélération ne sont pas constants, contrairement à la fréquence Start/Stop et l'accélération des vecteurs à rampes qui, par définition, travaillent aux abords des vitesses nulles, donc à couple maximum. Il vous appartient de trouver le meilleur compromis pour les vitesses habituelles de vos usinages.

Le réglage des paramètres cinématiques est accessible en activant (ou en double-cliquant sur) l'option "Activer le post-calcul cinématique". La fenêtre de réglage offre une possibilité de réglage simplifié à deux curseurs,



l'un pour les vecteurs à rampes, correspondants aux mouvements inactifs outil relevé ou aux mouvements de pilotage manuel, et l'autre pour les parcours courbes avec enchaînements rapides. Plus un curseur est situé vers la gauche, plus le mouvement qu'il contrôle est mou. Inversement, plus le curseur est situé vers la droite, plus le mouvement est brutal, jusqu'au risque de perte de contrôle et au-delà.



Pour accéder aux réglages fins du calcul, cliquez sur le bouton "Paramètres avancés" qui vous déroule la boîte de dialogue dans son intégralité. Vous pourrez alors indiquer dans un premier cadre les valeurs de fréquence Start/Stop et d'accélération (donc pour mouvements à rampes si vous avez bien suivi la démonstration), et dans le cadre inférieur les valeurs de **discontinuité maximale** que le moteur le plus critique peut supporter, ainsi que la **capacité d'accélération continue** le long d'un parcours. Ces deux valeurs sont à porter respectivement en mm/s et en mm/s² puisque le calcul travaille sur des coordonnées et des vitesses réelles, là où le contrôleur de la machine utilise des incréments et des fréquences. La fréquence Start/Stop est envoyée comme paramètre de fonctionnement à la machine lors de l'initialisation du dialogue et, ensuite, Galaad n'en entend plus parler. Par contre, la discontinuité de vitesse et la capacité d'accélération continue lui servent pour ses calculs.

Ces deux valeurs de calcul pour les mouvements en usinage peuvent être rendus variables avec l'option de **réduction dynamique des paramètres avec la vitesse**. Cette réduction est cohérente avec des moteurs qui perdent du couple lorsqu'ils prennent de la vitesse, même si cette perte de couple n'est pas linéaire. Si l'option est active, il faut considérer que les valeurs réglées s'appliquent à une vitesse d'avance de 20 mm/s (1200 mm/min) et qu'elles vont peu à peu décroître lorsque la vitesse augmente.

Etant donné que le calcul cinématique augmente le nombre de vecteurs en en interpolant de nouveaux qui servent de paliers pour franchir des discontinuités importantes de vitesse, il peut s'avérer nécessaire de réduire globalement le nombre de vecteurs à transmettre. Ceci pourra éviter un engorgement de la bande passante qui conduirait à un assèchement du *buffer* de mémoire locale. L'**optimisation anti-bourrage de la bande passante** se chargera de filtrer les mini-vecteurs jugés non-significatifs, qui ne seront donc pas transmis. Un vecteur éliminé forme un angle très faible par rapport à celui qui le précède, et parcourt une distance très faible, de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre, cette distance étant modulée selon la vitesse d'usinage. Le but est d'alléger les courbes à trop haute résolution qui risquent d'amener à un point de rupture de la bande passante. Une bande passante saturée se caractérise par un usinage qui devient haché alors qu'il était auparavant fluide.

Les valeurs de longueur et de durée minimale de vecteurs en palier d'accélération servent à éviter de réduire les paliers d'accélération à des distances qui ne voudraient plus rien dire sur des moteurs incrémentaux. Sauf prescription en ce sens, il vaut sans doute mieux les laisser aux valeurs par défaut, soient respectivement 0,1 mm et 0,01 s.

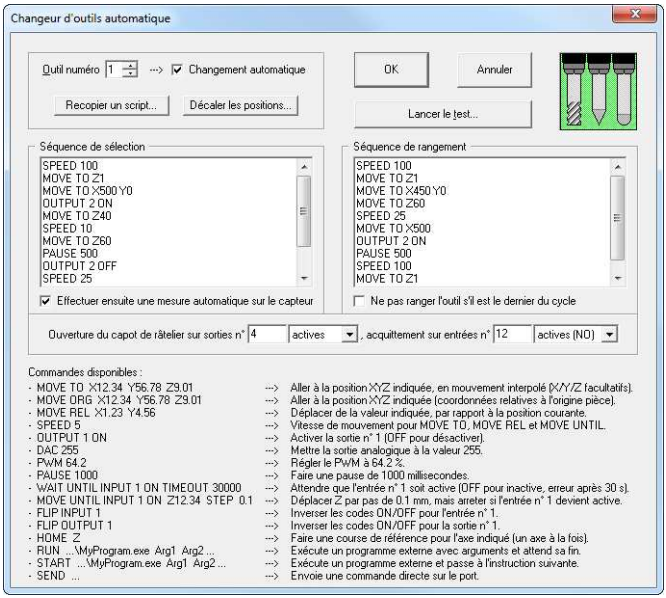
Enfin, le dernier paramètre permet de **limiter l'affichage des coordonnées à l'écran** au-dessus d'une certaine vitesse, afin de gagner encore en bande passante. En effet, selon la puissance de calcul de votre ordinateur, le temps d'affichage de chaque coordonnée (curseur graphique et position de chaque axe en bas de la fenêtre) peut prendre un certain temps au détriment de la transmission. Les quelques millisecondes prises par l'affichage d'une coordonnée à l'écran est plus utile à l'envoi de cette coordonnée à la machine, du moins lorsqu'on usine à une vitesse élevée. Vous pouvez par conséquent fixer un seuil de débrayage pour cet affichage.

Pour conclure sur le calcul cinématique, disons que c'est une fonction très complexe qui nécessite des réglages autrement plus pointus que de simples curseurs variant entre "doux" et "sec". Gardez à l'esprit que l'énergie nécessaire pour accélérer ou ralentir un mouvement est proportionnelle au carré de la vitesse de celui-ci : usiner deux fois plus vite requiert quatre fois plus de puissance ; usiner trois fois plus vite requiert neuf fois plus de puissance. Le calcul cinématique ne peut pas faire de miracle, et les moteurs pas-à-pas se heurtent à des chutes de couples importantes lorsqu'ils tournent vite. Ne demandez pas l'impossible à votre machine, et pas davantage à Galaad.

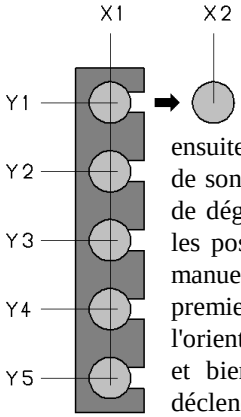
Changeur d'outils automatique

Pour en finir avec cette page de paramètres avancés, un dernier bouton en bas à droite correspond au système de contrôle d'un changeur d'outils automatique.

Un changeur d'outils, quel qu'en soit la forme, râtelier, barillet ou autre, utilise toujours une séquence de commandes automatiques pour des mouvements de mise en position, des commutations de sorties, des temporisations ou encore des attentes de commutations d'entrées. Galaad vous offre la possibilité de **programmer, pour chaque outil** une **séquence de sélection**, c'est à dire le processus qui va chercher l'outil là où il a été rangé et le monte sur le mandrin de la broche, et une **séquence de rangement** pour remettre l'outil à sa place. Si les positions sont généralement identiques, quoiqu'avec une approche pouvant s'inverser, il est probable que le jeu des commandes d'entrées/sorties diffère d'un processus à l'autre. Mais il vous appartient de gérer ces processus selon les informations techniques dont vous disposez.


Changeur d'outils automatique
Outil numéro 1
Changement automatique
OK
Annuler
Recopier un script...
Décaler les positions...
Lancer le test...
Séquence de sélection
SPEED 100
MOVE TO Z1
MOVE TO X500 Y0
OUTPUT 2 ON
MOVE TO Z40
SPEED 10
MOVE TO Z60
PAUSE 500
OUTPUT 2 OFF
SPEED 25
Séquence de rangement
SPEED 100
MOVE TO Z1
MOVE TO X450 Y0
MOVE TO Z60
SPEED 25
MOVE TO X500
OUTPUT 2 ON
PAUSE 500
SPEED 100
MOVE TO Z1
Effectuer ensuite une mesure automatique sur le capteur
Ne pas ranger l'outil s'il est le dernier du cycle
Ouverture du capot de râtelier sur sorties n° 4 actives , acquittement sur entrées n° 12 actives (NO)
Commandes disponibles :
· MOVE TO X12.34 Y56.78 Z9.01 ---> Aller à la position XYZ indiquée, en mouvement interpolé (X/Y/Z facultatifs).
· MOVE ORG X12.34 Y56.78 Z9.01 ---> Aller à la position XYZ indiquée (coordonnées relatives à l'origine pièce).
· MOVE REL X1.23 Y4.56 ---> Déplacer de la valeur indiquée, par rapport à la position courante.
· SPEED 5 ---> Vitesse de mouvement pour MOVE TO, MOVE REL et MOVE UNTIL.
· OUTPUT 1 ON ---> Activer la sortie n° 1 (OFF pour désactiver).
· DAC 255 ---> Mettre la sortie analogique à la valeur 255.
· PWM 64.2 ---> Régler le PWM à 64.2 %.
· PAUSE 1000 ---> Faire une pause de 1000 millisecondes.
· WAIT UNTIL INPUT 1 ON TIMEOUT 30000 ---> Attendre que l'entrée n° 1 soit active (OFF pour inactive, erreur après 30 s).
· MOVE UNTIL INPUT 1 ON Z12.34 STEP 0.1 ---> Déplacer Z par pas de 0.1 mm, mais arreter si l'entrée n° 1 devient active.
· FLIP INPUT 1 ---> Inverser les codes ON/OFF pour l'entrée n° 1.
· FLIP OUTPUT 1 ---> Inverser les codes ON/OFF pour la sortie n° 1.
· HOME Z ---> Faire une course de référence pour l'axe indiqué (un axe à la fois).
· RUN ...\MyProgram.exe Arg1 Arg2 ... ---> Exécute un programme externe avec arguments et attend sa fin.
· START ...\MyProgram.exe Arg1 Arg2 ... ---> Exécute un programme externe et passe à l'instruction suivante.
· SEND ... ---> Envoie une commande directe sur le port.

Le pilotage manuel vous aidera sans doute grandement pour trouver les bonnes positions, sorties et entrées mises à contribution. N'oubliez pas que les boutons "Rafraîchir" et "Boucle" du pilotage manuel servent à surveiller le basculement des entrées, et que vous pouvez cliquer sur les cases vertes des sorties. Sur un changeur classique à râtelier linéaire, la méthode généralement suivie consiste à positionner les axes XY à la verticale précise du cône de l'outil et noter la position. Puis abaisser l'axe Z jusqu'à ce que le cône soit



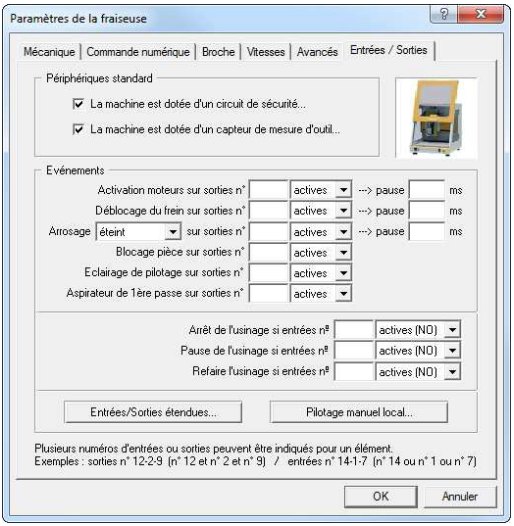
engagé dans le mandrin, en prenant soin d'activer l'ouverture des mors de celui-ci, et noter cette fois la position Z. Après avoir refermé le mandrin par déclenchement de la sortie qui le pilote, on déplace ensuite horizontalement l'axe X ou Y de façon à extraire l'outil de son posoir avec une marge suffisante, et on note la position de dégagement. Il ne reste plus qu'à mesurer la distance entre les posoirs, ce qui peut d'ailleurs se faire à l'aide du pilotage manuel. Au final vous devez avoir la position XY absolue du premier posoir, la position de dégagement (X ou Y selon l'orientation du râtelier), le décalage (Y ou X) entre les posoirs, et bien entendu le numéro et la polarité de la sortie qui déclenche l'ouverture des mors de serrage du cône. Une fois ces informations bien notées, vous pouvez facilement écrire les scripts de sélection et de rangement.

Pour chaque outil numéroté, vous devez indiquer s'il fait partie du changeur en cochant la case "Changement automatique". Si cette case est cochée, alors seulement vous pouvez accéder à ses deux scripts. Le mieux est sans doute de faire des essais avec une descente limitée de l'axe Z pour éviter les conséquences fâcheuses en cas d'erreur de coordonnée. Le bouton "Lancer le test" vous aidera à faire ces essais. Une fois que le script semble au point, vous pourrez passer aux coordonnées Z réelles. Attention, les temporisations sont parfois importantes lorsqu'il y a une action mécanique, surtout avec des éléments pneumatiques qui ont de l'inertie. N'oubliez pas non plus d'insérer dans vos scripts une remontée préalable de l'outil avant de l'envoyer à une position XY, au cas où il se trouverait des obstacles sur son chemin. Galaad n'aime pas imposer des mouvements et ne le fait donc pas tout seul.

Les râteliers linéaires sont généralement couverts par un capot de protection destiné à éviter les projections de copeaux sur les cônes porte-outils. Vous pouvez intégrer la commande d'ouverture de ce capot dans chaque script, mais dans ce cas le capot s'ouvrira et se fermera à chaque séquence, ou bien indiquer quelle sortie pilote ce capot (avec confirmation éventuelle de l'ouverture par le basculement d'une entrée). Il ne sera alors refermé qu'au moment de lancer l'usinage, restant ouvert pendant les manœuvres qui précèdent. Ce capot peut d'ailleurs couvrir aussi le capteur d'outil, auquel cas il faudra le préciser dans les paramètres du capteur (voir ci-après l'onglet "Entrées/Sorties").

Entrées / Sorties

La dernière page de paramètres de la fraiseuse donne accès à un contrôle spécial des entrées/sorties pour certaines applications utilisant des appareils périphériques. Galaad accepte de commuter à la demande des sorties binaires au passage des événements logiques de l'usinage (une sortie est dite binaire si elle n'a que deux états possibles, active ou inactive, sans intermédiaire comme une sortie analogique ou PWM). Le logiciel peut aussi réagir au déclenchement d'une entrée binaire.


Paramètres de la fraiseuse
Mécanique
Commande numérique
Broche
Vitesses
Avancés
Entrées / Sorties
Périphériques standard
La machine est dotée d'un circuit de sécurité...
La machine est dotée d'un capteur de mesure d'outil...
Evénements
Activation moteurs sur sorties n°
Déblocage du frein sur sorties n°
Arrosage éteint sur sorties n°
Blocage pièce sur sorties n°
Eclairage de pilotage sur sorties n°
Aspirateur de 1ère passe sur sorties n°
actives
pause
ms
Arrêt de l'usinage si entrées n°
Pause de l'usinage si entrées n°
Refaire l'usinage si entrées n°
actives (NO)
Entrées/Sorties étendues...
Pilotage manuel local...
Plusieurs numéros d'entrées ou sorties peuvent être indiqués pour un élément.
Exemples : sorties n° 12-2-9 (n° 12 et n° 2 et n° 9) / entrées n° 14-1-7 (n° 14 ou n° 1 ou n° 7)
OK
Annuler

A noter que **vous pouvez indiquer plusieurs sorties** (4 maximum) et dans certains cas plusieurs entrées pour une fonction unique. Vous devez alors séparer leurs numéros par des espaces ou des tirets. Si vous indiquez plusieurs sorties, elles seront toutes commutées lorsque la fonction correspondante est appelée. Si vous indiquez plusieurs entrées, Galaad considère que la fonction est déclenchée si au moins l'une de ces entrées est dans l'état demandé (on applique un "ou" logique). Pour une même fonction, il n'est pas possible de paramétrer plusieurs sorties ou plusieurs entrées dans des états différents.

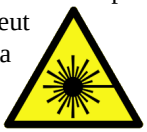
Le cadre du haut permet de gérer les périphériques standards comme les éléments de protection des personnes ou le capteur d'outil. Si vous souhaitez modifier leurs paramètres, cliquez deux fois dessus.

Selon les normes en vigueur, le mode d'action du **circuit de sécurité** doit être indépendant du logiciel et même de la commande numérique. Le fait d'ouvrir la porte d'une enceinte de sécurité ou d'appuyer sur un bouton d'arrêt d'urgence ne peut pas se contenter d'informer un processus programmé. Son effet doit être immédiat et direct en stoppant l'outil et les mouvements de la machine, le plus simple étant bien évidemment la coupure franche de leur alimentation de puissance. L'opérateur ne doit pas être mis en présence d'une

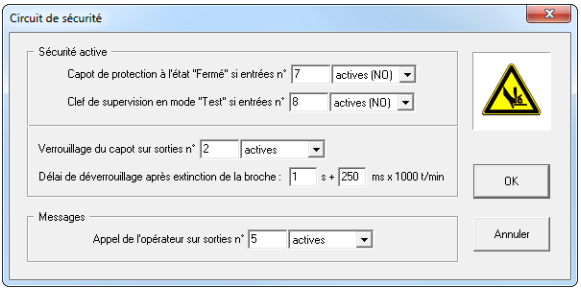
broche en rotation sans capot ou écran intermédiaire, et un axe en mouvement automatique est potentiellement dangereux. On n'insistera jamais assez sur l'importance des équipements de protection, y compris sur les tables de petites dimensions ou sur les constructions d'amateurs. **Même une machine de faible puissance peut blesser gravement un opérateur.** La réglementation n'est pas souple, mais elle ne demande pas l'impossible. La sécurité est importante.

Protégez vos yeux ; protégez vos mains ; protégez vos collègues. Ne shuntez pas les systèmes de protection, quand bien même ils peuvent parfois vous paraître peu pratiques. Si votre machine ne requiert pas une enceinte close, pensez à porter des **lunettes de protection**.

A noter qu'on trouve de plus en plus facilement des sources laser de classe 4 qui peuvent faire office de pyrograveur numérique ou assimilé. Travailler sans protection oculaire avec ce genre d'appareil est dangereux. Une simple réflexion diffuse sur un matériau vaguement réfléchissant peut suffire à occasionner une brûlure cutanée et surtout endommager la rétine de façon irrémédiable. **Ne travaillez jamais avec une source laser sans un équipement de protection adéquat.**



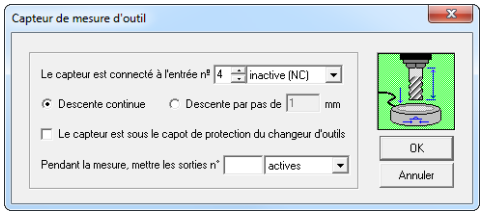
Le fait que le système de sécurité réagisse de façon autonome ne doit pas l'empêcher de dialoguer avec le logiciel qui pilote le processus. Par conséquent, celui-ci doit savoir dans quel état se trouvent les équipements de protection et peut même gérer des éléments de sécurité active. Si le capot de protection est ouvert, Galaad refusera d'activer la broche et de lancer le processus automatique. Il vérifie donc son état avant d'envoyer une commande sensible à la machine, et avertit l'opérateur si le capot est resté ouvert. A noter que les normes de sécurité autorisent un moindre niveau de sécurité lorsque la clef du superviseur est en mode "Test", si votre machine en est dotée, étant bien entendu que la machine ne fait alors que des mouvements de calibrage et de vérification sans danger. Ces deux états, capot et clef, correspondent à des entrées dont vous devez indiquer le numéro et la polarité. S'il n'y a pas de clef, ne mettez rien.



Certaines enceintes de protections sont en plus équipées d'un verrou électromagnétique ou pneumatique que Galaad peut activer avant de lancer la broche ou le processus automatique. Indiquez dans ce cas le numéro et la polarité de la sortie à commuter pour que le verrouillage se déclenche. Le déverrouillage sera fait après la mise hors tension de la broche, avec un temps de pause permettant de tenir compte de l'inertie du moteur. Ce temps de pause peut comprendre une partie fixe et une partie variable selon le régime au moment de la mise hors tension. Enfin, vous pouvez indiquer une sortie qui sera commutée lorsque Galaad affiche sur l'écran un message à l'attention de l'opérateur. Cette sortie peut déclencher un gyrophare, un klaxon, une suite pour violoncelle, à vous d'en décider.

Si votre machine est équipée d'un **capteur de mesure de l'outil**, ce qui est hautement recommandé, vous devez indiquer à Galaad sur quelle entrée ce capteur est connecté, ainsi que sa polarité. On rappelle ici qu'une entrée "active" est déclenchée lorsque le contact est normalement ouvert (N.O.) et qu'une entrée inactive est déclenchée lorsque le contact est normalement clos (N.C.). Si une entrée n'est pas reliée à un contact mais à un appareil périphérique lui envoyant un signal, ne concluez rien de l'état haut ou bas et utilisez la fonction "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S" pour en savoir plus.

La descente de l'outil sur le capteur peut se faire en mode continu, auquel cas Galaad envoie une unique commande de descente jusqu'à l'extrémité basse de l'axe Z, descente qui sera interrompue par le déclic du capteur. Mais toutes les commandes numériques ne disposent pas de cette commande. Galaad pilotera alors une descente par pas, chaque pas étant suivi d'une lecture de l'entrée, jusqu'à ce que le capteur se déclenche. Une recherche dichotomique du point de déclenchement sera ensuite lancée pour trouver rapidement la position précise correspondant au déclic. Vous devez indiquer la longueur de ce pas. Si vous mettez une valeur trop petite, la descente sera plus lente. Mais si vous mettez une valeur plus grande que la course mécanique de l'interrupteur, vous risquez de devenir un excellent client de votre fournisseur de fraises. Ou de votre fournisseur de capteurs d'outils si vos fraises sont du genre costaud. N'oubliez pas que, avant chaque descente sur le capteur, vous pouvez indiquer une course Z rapide de pré-positionnement.


Capteur de mesure d'outil
Le capteur est connecté à l'entrée n° 4 inactive (NC)
Descente continue
Descente par pas de 1 mm
Le capteur est sous le capot de protection du changeur d'outils
Pendant la mesure, mettre les sorties n°
actives
OK
Annuler

Pour les machines dotées d'un changeur d'outil automatique sous forme d'un râtelier linéaire. Il arrive que le capteur de mesure soit placé sous le capot de protection du changeur, ce qu'il vaut mieux signaler à Galaad pour éviter les manœuvres malheureuses. Evidemment, ça signifie que vous avez indiqué dans les paramètres du changeur d'outils la sortie qui déclenche l'ouverture du capot, car si cette commande d'ouverture est intégrée aux scripts, Galaad n'a aucune chance de la trouver tout seul. Ceci étant, vous pouvez paramétrer ici une sortie à commuter lors de la mesure de l'outil, cette sortie pouvant correspondre au capot du changeur ou aux nécessités électriques du fonctionnement du capteur.

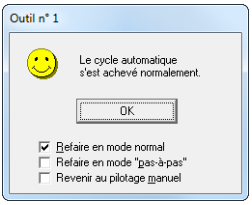
Le cadre "Evénements" de la page vous permet de gérer des commutations de sorties correspondant à des événements simples comme l'**activation des moteurs d'axes** après initialisation du dialogue avec la machine, activation suivie d'un éventuel temps de pause. La sortie sera remise au repos avant de fermer le module d'usinage. La mise en puissance des moteurs peut aussi **débloquer le frein de l'axe Z**, mais le paramètre est indépendant puisqu'il arrive que les sorties à commuter aient des polarités inverses. Galaad étant souvent pressé pour faire bouger les axes, le déblocage du frein peut aussi nécessiter une pause tempérant son ardeur à se mettre au travail.

Votre machine est peut-être équipée d'un **système d'arrosage ou de refroidissement de l'outil**, connecté à une sortie binaire qui sera activée soit de façon continue du début à la fin du cycle d'usinage, soit seulement lorsque l'outil est dans la matière avec interruption lorsque l'outil est relevé, soit lorsque vous le souhaitez, auquel cas un message vous demandera ce qu'il en est à chaque lancement de l'usinage automatique. C'est sans doute le plus pratique, même si ça fait un message de plus à valider avant de pouvoir enfin admirer la machine qui bouge toute seule. D'ailleurs, rien ne vous empêche de monter un interrupteur en aval de la sortie pour décider de façon péremptoire si vous voulez ou non utiliser l'arrosage, sachant que si c'est oui, il sera quand même éteint tout seul à la fin du cycle.

Si vous avez un **système de blocage de la pièce**, par exemple un étau pneumatique ou une table à dépression, ce système sera enclenché sans interruption du début de la prise d'origine à la fin du dernier cycle de l'usinage, la pièce étant terminée (ou le processus interrompu). Dans la même veine, Galaad peut allumer un **éclairage de la table** pour le pilotage manuel, qui sera éteint sitôt l'usinage lancé. Ne forcez tout de même pas sur ce genre de gadget, un interrupteur sur la machine n'est pas mal non plus. Enfin, vous pouvez paramétrer un **aspirateur de copeaux** qui s'éteint après la 1ère passe d'usinage,

si le fait d'avoir un aspirateur qui fonctionne en continu avec la broche vous défrise. Il va de soi que les éléments sus-décrits sont purement indicatifs et que vous pouvez en utiliser d'autres plus ésotériques sur ces mêmes événements.

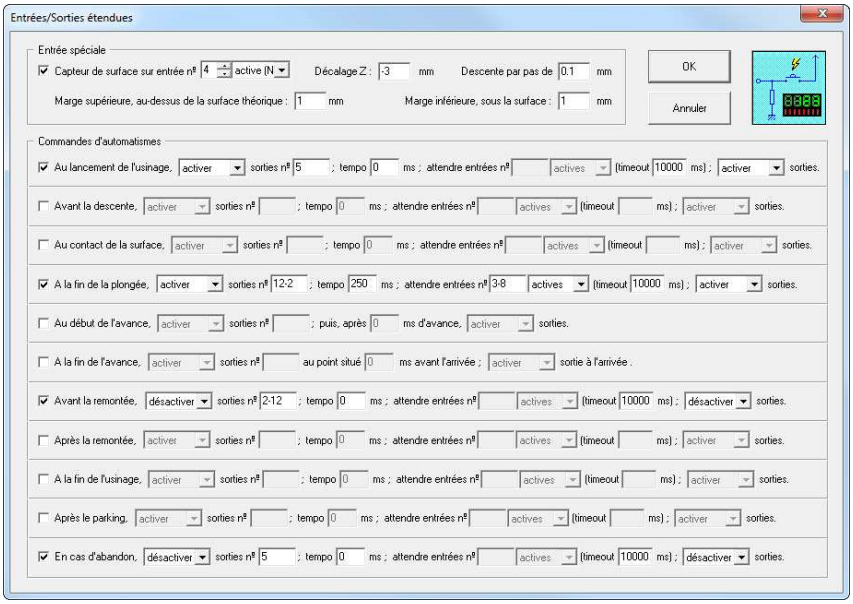
La partie basse du cadre permet aussi de déclencher automatiquement un **arrêt de l'usinage** si une entrée change d'état. Dans ce cas, Galaad fait un arrêt simple avec extinction de la broche et rangement de l'outil à sa position de parking. Mais cet arrêt n'est pas forcément immédiat. Pour qu'il le soit, il est nécessaire que la commande numérique considère l'entrée comme critique, c'est-à-dire déclenchant un freinage rapide. Cela dépend des capacités et des paramètres spécifiques du contrôleur. Certains peuvent le gérer, d'autres non. Etant donné qu'il n'est pas possible d'assaillir la machine de messages répétitifs demandant en permanence l'état des entrées, Galaad ne lit ces entrées qu'avant de faire replonger l'outil pour un nouveau tracé. Si, à ce moment, une entrée d'arrêt ou de pause est déclenchée, alors seulement la fonction prend effet. Il ne peut pas y avoir de lecture des entrées quand l'outil est dans la matière, et la réaction immédiate est par conséquent impossible. Si votre commande numérique dispose d'une entrée critique paramétrable, par exemple pour un signal d'erreur, vous pouvez réutiliser cette entrée ici pour signifier au logiciel que l'usinage est d'ores et déjà arrêté et qu'il est inutile de continuer à envoyer des commandes de mouvement à la machine. Si vous souhaitez avoir un arrêt moins programmé mais encore plus efficace sinon plus brutal, faites-vous un petit montage mettant carrément la machine hors tension. En général, elle consent à s'arrêter. Vous pouvez aussi demander une simple **pause de l'usinage**, sur basculement d'une entrée. Dans ce cas, l'usinage repartira dès que l'entrée sera revenue dans son état initial, sans même déranger l'opérateur part un message à l'écran.



Lorsque le cycle automatique est terminé, une dernière entrée peut être surveillée pour **refaire l'usinage**, par exemple sur pression d'un bouton "Start" à portée de l'opérateur, sans avoir à repasser par la souris ou le clavier. Quand le message de fin de cycle apparaît à l'écran, cette entrée est lue en boucle (en fait deux fois par seconde, d'où la nécessité d'un appui un peu insistant sur le bouton). Si elle est déclenchée à ce moment, Galaad l'interprète comme l'équivalent d'un clic sur l'option "Refaire" puis validation du message.

Entrées / Sorties étendues

Galaad peut gérer plus d'entrées/sorties liées à des événements qu'il n'en apparaît sur la page de paramètres standard. Cliquez en bas de page sur le bouton "Entrées/Sorties étendues" :


Entrées/Sorties étendues
Entrée spéciale
Capteur de surface sur entrée nº 4 active (N
Décalage Z : -3 mm
Descente par pas de 0.1 mm
Marge supérieure, au-dessus de la surface théorique : 1 mm
Marge inférieure, sous la surface : 1 mm
OK
Annuler
Commandes d'automatismes
Au lancement de l'usinage, activer sorties nº 5 ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout 10000 ms) ; activer sorties.
Avant la descente, activer sorties nº ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout ms) ; activer sorties.
Au contact de la surface, activer sorties nº ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout ms) ; activer sorties.
A la fin de la plongée, activer sorties nº 12-2 ; tempo 250 ms ; attendre entrées nº 3-8 actives (timeout 10000 ms) ; activer sorties.
Au début de l'avance, activer sorties nº ; puis, après 0 ms d'avance, activer sorties.
A la fin de l'avance, activer sorties nº au point situé 0 ms avant l'arrivée ; activer sortie à l'arrivée.
Avant la remontée, désactiver sorties nº 2-12 ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout 10000 ms) ; désactiver sorties.
Après la remontée, activer sorties nº ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout ms) ; activer sorties.
A la fin de l'usinage, activer sorties nº ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout ms) ; activer sorties.
Après le parking, activer sorties nº ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout ms) ; activer sorties.
En cas d'abandon, désactiver sorties nº 5 ; tempo 0 ms ; attendre entrées nº actives (timeout 10000 ms) ; désactiver sorties.

En haut de la fenêtre, vous pouvez paramétrer un capteur chargé de trouver la position Z de la surface supérieure du matériau à usiner avant chaque plongée de l'outil dans la matière. Cette fonction sert pour des usinages sur une pièce dont la surface n'est pas parfaitement horizontale, typiquement une torche à plasma équipée d'un capteur de surface avec des tôles un peu gondolées. Outre les paramètres classiques du capteur de surface (numéro d'entrée et polarité), vous pouvez indiquer une valeur de **décalage Z** par rapport au point de déclic qui vous permet de remonter le palpeur plus haut que la torche, étant bien entendu que celle-ci se rétracte pendant le palpage de la surface. La descente sera continue ou saccadée par pas si vous en précisez un ou si votre machine n'a pas de fonction de descente jusqu'à un contact. La **marge supérieure** détermine la position Z (relative à l'origine pièce Zo) à partir de laquelle la recherche de la surface commence. Il est inutile de mettre une valeur trop grande qui ralentirait le processus. La **marge inférieure** indique la position Z maximale à laquelle la recherche de la surface doit s'arrêter (toujours relative à

l'origine pièce Zo). Si la surface n'a pas été détectée à la position d'origine pièce plus cette valeur, le processus s'arrête et l'opérateur est prévenu. Il peut choisir de continuer au point Z inférieur, sans rechercher plus bas, ou bien tout arrêter. Pour résumer, par rapport au point d'origine pièce Z, la recherche de la surface se fait entre la marge supérieure et la marge inférieure.

Le grand cadre principal s'adresse aux automaticiens. Ses lignes indiquent des événements répétitifs de l'usinage, sur lesquels vous pouvez greffer des commutations de sorties, des attentes de basculement d'entrées ou des pauses. Par exemple, si vous voulez activer un arroseur seulement lorsque l'outil est en phase de perçage de la matière et l'éteindre lorsqu'il commence le fraisage horizontal ou 3D, et que cet arroseur est mis en marche par la sortie n° 2 active mais que le logiciel doit attendre une validation du système d'arrosage sur l'entrée n° 4 inactive après un temps d'instabilité de 50 millisecondes, alors vous devez valider les deux lignes d'événements suivantes :

Au contact de la surface, activer sorties n° 2 ;
tempo 50 ms, attendre entrées n° 4 inactives (timeout 1000 ms) ;
activer sorties.

Le dernier argument "activer sorties" signifie en fait que la sortie n° 2 doit rester à l'état actif à la fin de l'événement. On pourrait décider de l'arrêter pour n'avoir qu'une impulsion. La commande pour arrêter l'arroseur de perçage serait :

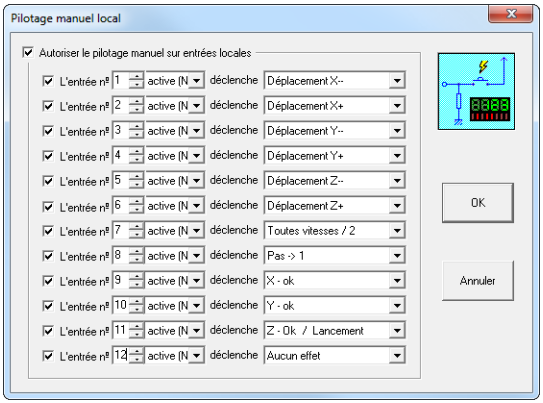
A la fin de la plongée, désactiver sorties n° 2 ;
tempo 0 ms, attendre entrées n° 0 inactives (timeout 0 ms) ;
désactiver sorties.

Une entrée ou une sortie non utilisée porte le numéro 0 ou reste vide. Les mots "entrées" et "sorties" sont au pluriel quand vous pouvez en indiquer plusieurs, séparées par des tirets ou des espaces.

Les deux lignes *"Au début de l'avance"* et *"A la fin de l'avance"* ajoutent des points intermédiaires de commutation sur la trajectoire, dont la position sera calculée automatiquement d'après la vitesse de mouvement. Très utilisées pour la dépose de colle ou de peinture pour lesquelles il faut arrêter le débit un peu avant d'arriver au point terminal d'un tracé.

Pilotage manuel local

Si votre machine offre un tableau de bord relié aux entrées ou que celles-ci sont nombreuses et que vous avez des compétences en câblage, vous pouvez affecter des fonctions à ces entrées qui seront alors surveillées en permanence pendant les phases de pilotage manuel. Les commandes usuelles sont le déplacement des axes et les divers éléments de contrôle.


Pilotage manuel local
Autoriser le pilotage manuel sur entrées locales
L'entrée n° 1 active (N déclenche Déplacement X--
L'entrée n° 2 active (N déclenche Déplacement X+
L'entrée n° 3 active (N déclenche Déplacement Y--
L'entrée n° 4 active (N déclenche Déplacement Y+
L'entrée n° 5 active (N déclenche Déplacement Z--
L'entrée n° 6 active (N déclenche Déplacement Z+
L'entrée n° 7 active (N déclenche Toutes vitesses / 2
L'entrée n° 8 active (N déclenche Pas -> 1
L'entrée n° 9 active (N déclenche X - ok
L'entrée n° 10 active (N déclenche Y - ok
L'entrée n° 11 active (N déclenche Z - Ok / Lancement
L'entrée n° 12 active (N déclenche Aucun effet
OK
Annuler

Une fois encore, le mieux est de commencer par un petit tour préalable du côté de la fonction "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S" pour noter quels boutons correspondent à quelles entrées et quels états. A noter que ce pilotage manuel local n'est possible que sur certaines machines qui permettent un mouvement interrompu par le basculement d'une entrée définie comme critique, c'est-à-dire interrompant tout mouvement en cours. Si le contrôleur de commande numérique n'a pas cette possibilité, aucun mouvement ne pourra être assigné à une entrée. Par contre, les autres fonctions resteront utilisables.

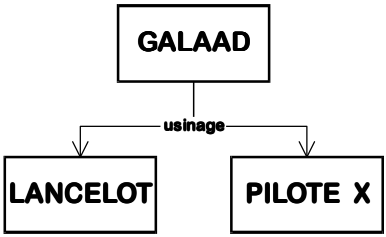
Ce pilotage manuel local est relativement éclipsé par les possibilités étendues qu'offrent un *joystick* ou un pavé numérique externe dont les boutons ou touches sont tout aussi paramétrables, voir dans les pages précédentes. Mais vous pouvez néanmoins connecter à ces fonctions les quelques boutons parfois disponibles sur la face avant d'une machine ou d'un contrôleur.

Pilote externe

Comme vous l'aviez compris, Galaad comprend une chaîne de traitement complète qui va du dessin de pièces au pilotage de l'usinage automatique en passant par la prise d'origine pièce. Mais bien des machines hors liste ne sont pas pilotables directement depuis le logiciel dont elles sont inconnues. Celui-ci peut alors encore servir à dessiner et préparer un usinage, mais cet usinage devra être assuré par un autre programme qui assurera soit le téléchargement, soit le pilotage de la commande numérique, soit les deux.

Pour faciliter le lien avec un pilote externe, Galaad propose de lancer directement ce programme sur simple appel de la commande "Usinage / Fraisage standard 3 axes" ou de l'icone correspondante, comme pour une machine connue. Dans ce cas, le dessin courant est automatiquement exporté dans le format récupérable par le programme pilote et celui-ci aussitôt lancé. A noter que ce pilote externe peut très bien être un programme fonctionnant sous une session de commandes Windows en mode console.

En fait, les deux modules "Galaad" et "Lancelot" couvrent respectivement la partie dessin et la partie pilotage. Vous pouvez choisir d'utiliser Galaad en dessin avec un module de pilotage autre que Lancelot, et qui sera alors appelé automatiquement par la commande "Usinage / Fraiser".

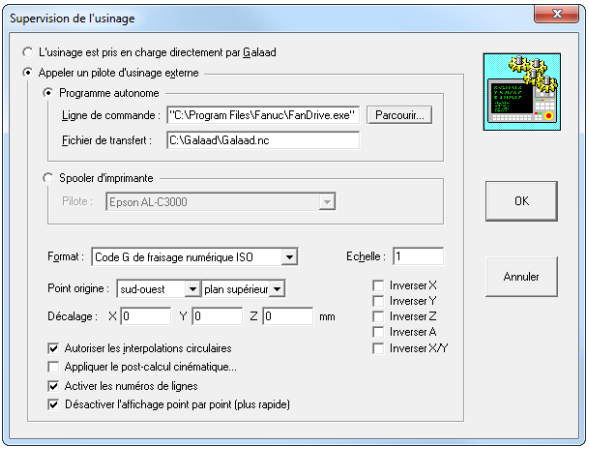


Inversement, il est possible d'appeler directement les module d'usinage Lancelot (plutôt spécialisé 2D½) ou Kay (3D) à partir d'une autre application de dessin, modelage ou autre CAO, si celle-ci le permet. Il suffit de lancer le programme en lui passant en argument le nom du fichier à récupérer et éventuellement le nom standard du format si l'extension du fichier n'est pas significative. Exemple :

"C:\Galaad\Lancelot.exe" C:\...\Dessin.plt
"C:\Galaad\Lancelot.exe" C:\...\Dessin.xyz (plt)

L'utilisation d'un autre pilote d'usinage que Lancelot fait tout de même intervenir celui-ci comme module intermédiaire pour définir les paramètres de l'usinage et gérer les séquences et cycles outils. C'est en fait Lancelot et non Galaad qui se chargera d'appeler le pilote externe.

Pour paramétrer un pilote externe, appelez la commande "Paramètres / Fraiseuse / Pilote externe". La boîte de dialogue donne le choix entre le module Lancelot, pilote interne de Galaad, et un module extérieur qui peut d'ailleurs être un *driver* d'imprimante virtuelle.



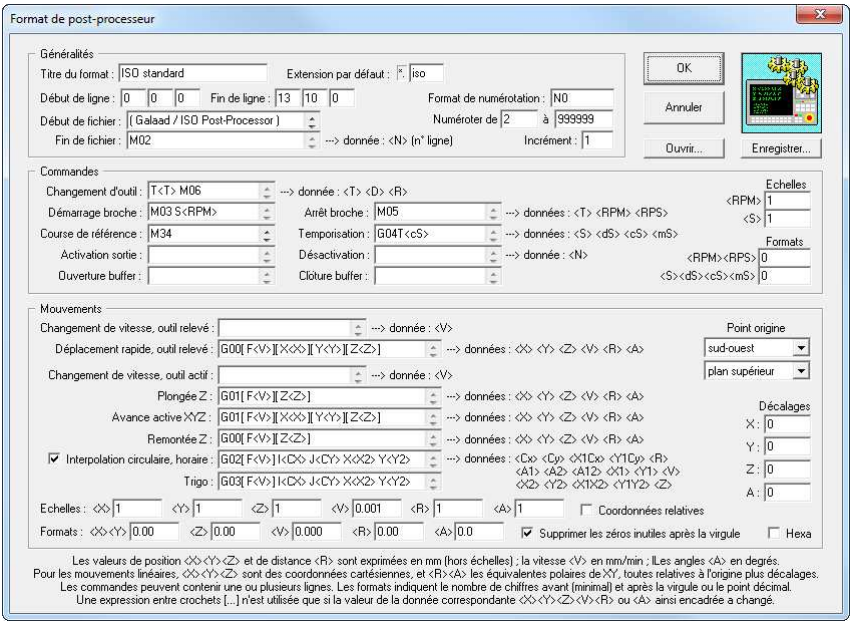
Lorsque vous lancez un usinage via pilote externe, le **fichier de transfert** est créé au **format** indiqué, puis le programme externe est appelé avec ses arguments, selon la **ligne de commande** prédéfinie. Galaad continue son chemin après ce lancement, pendant que le pilote monte en première ligne. Si vous ne précisez pas de ligne de commande, le fichier sera généré mais aucun programme externe ne sera appelé pour prendre le relais, et ce sera à vous de décider quoi faire de ce fichier. Si vous ne précisez pas de nom de fichier de transfert, un nom avec son emplacement vous sera demandé à chaque nouvel usinage. Ce fichier étant généré par Galaad, il n'est sans doute pas utile de le sauvegarder sous un nom propre. Ce qui compte, c'est le fichier de dessin, pas le fichier transféré au pilote. Vous pouvez aussi n'indiquer ni programme ni fichier, auquel cas rien ne sera appelé et le nom de fichier vous sera demandé à chaque fois, ce qui limite l'intérêt d'un chaînage automatique. A noter que le nom de fichier est ajouté d'office comme dernier argument sur la ligne de commande. Inutile donc de le préciser deux fois.

Les formats pour le fichier envoyé au pilote externe sont ceux des fonctions d'exports qui sont parmi les plus courants. Il va de soi qu'on peut utiliser le post-processeur dont la syntaxe est entièrement définissable dans Galaad (voir cette fonction ci-après).

Les autres paramètres vous aident à jouer sur le système de coordonnées et l'orientation des axes. On peut accélérer la création du fichier de transfert en demandant à ne pas afficher à l'écran le suivi des parcours, ce qui ralentit un peu le processus selon les performances de votre ordinateur.

Format de post-processeur

Lorsqu'aucun des formats d'export ou de pilote externe disponibles ne vous conviennent, il vous reste la possibilité de définir vous-même votre propre format avec la fonction "Paramètres / Post-processeur", qui ouvre une boîte de dialogue généreusement pourvue.



Vous trouverez ici tout ce qui est nécessaire pour décrire n'importe quel format, pourvu que celui-ci soit en mode texte et que les données numériques soient en décimal ou hexadécimal. Les formats binaires, qui poseraient de nombreux problèmes de taille de données, sont donc exclus. Fort heureusement, ils ne sont jamais employés pour les transferts de fichiers, en tout cas dans le domaine de la commande numérique.

Même si le format standard reste le G-code ISO, sur lequel viennent se greffer les diverses variantes dont votre machine a besoin, vous pouvez créer un codage tout à fait exotique. Galaad propose d'ailleurs plusieurs canevas sur base ISO, Isel-NCP ou HPGL, que vous pouvez récupérer et modifier avec le bouton "Ouvrir". Vous pouvez *a contrario* enregistrer votre format modifié sous un nom bien à vous avec le bouton "Enregistrer".

Le format étant de type texte, vous devez indiquer le code des caractères constants qui seront placés en **début de ligne** et en **fin de ligne**. Ce code est donné en valeur décimale représentant un code ASCII, par exemple 2 pour <STX> *(Start Text)* et 3 pour <ETX> *(End Text)*. Le plus courant reste une ligne sans caractères de contrôle au début (mettez 0 pour aucun code) et 13 pour <CR> *(Carriage Return)* puis éventuellement 10 pour <LF> *(Line Feed)* en fin de ligne. Chaque ligne produite par Galaad commencera et finira par ces octets de contrôle.

Il est possible de numéroter les lignes. Dans ce cas, vous devez indiquer dans la case **format de numérotation** le format des numéros, le zéro indiquant le nombre. Par exemple, si vous mettez "N0", les lignes auront le caractère 'N' en-tête suivi du numéro de ligne avec juste le nombre de digits nécessaires. Si vous mettez "N0000", les numéros auront 4 digits comblés par des zéros à gauche, par exemple "N0012" pour la ligne n° 12. Si vous ne mettez rien dans ce champ, il n'y aura pas de numérotation. Le bloc **début de fichier** n'est pas numéroté : c'est à vous de mettre ici directement les numéros de lignes (vous pouvez indiquer autant de lignes que nécessaire, avec au maximum 1000 caractères au total). Le début de fichier sera envoyé tel que vous l'avez défini. Inversement, le bloc de **fin de fichier** peut recevoir un numéro de ligne qui est forcément variable quant à lui.

Très important : les données variables doivent apparaître sous la forme de labels prédéfinis par Galaad, mises entre les symboles **<** *(inférieur)* et **>** *(supérieur)*. Par exemple, pour le bloc de fin de fichier, la seule donnée variable que Galaad propose est le numéro de ligne **<N>**. Si le compteur de ligne est à 123 à ce moment, pour produire une ligne "N123 M02", vous devez donc paramétrer **<N> M02** dans laquelle la **<N>** sera remplacée par le numéro de ligne pré-formaté, en l'occurrence "N123". Ceci est valable pour tous les champs ou blocs acceptant des données variables. **Les données disponibles sont indiquées à droite de chaque zone à compléter.** Autre exemple, pour une commande de mouvement linéaire vers une position cible, si vous indiquez "G0 F**<V>** X**<X>** Y**<Y>** Z**<Z>**", Galaad remplacera **<V>** par la valeur de vitesse, **<X>** par la coordonnée X, *etc.* Les espaces que vous aurez mentionnés seront respectés, même si vous en mettez en trop. Aucune vérification de validité de syntaxe n'est effectuée. C'est votre format.

Presque aussi important : vous pouvez mettre entre crochets une expression contenant une ou plusieurs données variables. Dans ce cas, l'expression complète ne sera produite que si toutes les données contenues dans les crochets

ont changé de valeur. Par exemple, si vous ne voulez répéter la vitesse de mouvement qu'en cas de changement, la ligne donnée dans l'exemple précédente devient "G0 [F**<V>**]X**<X>** Y**<Y>** Z**<Z>**". Si la donnée de vitesse a changé depuis l'appel précédent à une commande la faisant intervenir, l'expression " F**<V>** " sera prise en considération. Si la vitesse n'a pas varié, alors Galaad fera comme si la ligne était "G0 X**<X>** Y**<Y>** Z**<Z>**".

Les variables disponibles sont les suivantes :

- *Changement d'outil :* **<T>** pour numéro de l'outil, **<D>** pour diamètre de l'outil, **<R>** pour rayon de l'outil.
- *Démarrage/Arrêt broche :* **<T>** pour numéro de l'outil, **<RPM>** pour vitesse de rotation en tour/min, **<RPS>** pour vitesse de rotation en tour/s.
- *Temporisation :* **<S>** pour secondes, **<dS>** pour déciseconde, **<cS>** pour centiseconde, **<mS>** pour milliseconde.
- *Activation/Désactivation sortie :* **<N>** pour numéro de sortie.
- *Changement de vitesse :* **<V>** pour vitesse (voir le facteur d'échelle).
- *Tous déplacements, actifs ou inactifs :* **<X>**, **<Y>**, **<Z>** pour coordonnées cartésiennes (absolues ou relatives selon le mode choisi par l'option "Coordonnées relatives" en bas à droite), **<V>** pour vitesse de mouvement, **<R>** et **<A>** pour coordonnées polaires (absolues ou relatives).
- *Interpolation circulaire :* **<Cx>** **<Cy>** pour coordonnées cartésiennes (absolues ou relatives) du centre de l'arc ; **<X1Cx>** **<Y1Cy>** pour coordonnées relatives du centre par rapport au point de départ de l'arc ; **<R>** pour rayon de l'arc ; **<A1>** **<A2>** pour angle de départ et d'arrivée de l'arc (en degrés d'angle) ; **<A12>** pour angle d'ouverture de l'arc (en degrés) ; **<X1>** **<Y1>** pour coordonnées cartésiennes (absolues ou relatives) du point de départ de l'arc ; **<V>** pour vitesse de mouvement ; **<X2>** **<Y2>** pour coordonnées cartésiennes (absolues ou relatives) du point d'arrivée de l'arc ; **<X1X2>** **<Y1Y2>** pour coordonnées relatives du point d'arrivée par rapport au point de départ de l'arc ; **<Z>** pour coordonnée Z (absolue ou relative) du point d'arrivée de l'arc.

Important : Les zones **formats** indiquent le nombre de digits des données variables ainsi que leur séparateur décimal pour les nombres réels. La plupart des données variables sont soumises à un facteur d'échelle individuel.

13

01101

APPLICATIONS SPECIALES

❑ Découpe au laser ou au jet d'eau pressurisé

On l'a vu dans les paramètres de la fraiseuse, onglet "Broche", il est possible de paramétrer un système de découpe activé seulement lorsque la machine avance sur le tracé. En général, ce type de machine ne dispose que de deux axes XY, le réglage de hauteur étant une simple butée mécanique. Mais qui peut le plus peut le moins, et Galaad saura fort bien gérer une machine 2 axes. D'ailleurs, les prises d'origine pièce en sont d'autant plus facilitées puisque c'est souvent le réglage Z qui est le plus fastidieux.

Le système de mise en route et d'arrêt de l'outil de coupe reste un asservissement classique, en général soumis à la commutation d'une sortie binaire (tout ou rien) qui pilote en aval un système de puissance. La simple case à cocher "Activer seulement lorsque l'outil avance" détermine le mode opératoire, passant d'une mise en route lors du lancement de l'usinage avec arrêt à la fin du cycle, à une mise en route en début de chaque tracé avec arrêt en fin de tracé, lorsqu'une broche de fraisage classique descendrait et remonterait. Si votre machine est dotée d'un axe Z, il est d'ailleurs tout à fait possible de faire cohabiter les deux fonctionnalités, descente au contact puis à la profondeur, activation de l'outil de coupe, extinction de celui-ci avant remontée.

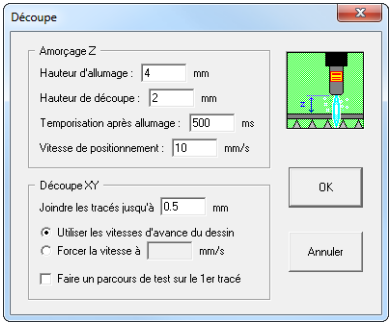
Les paramètres **tempos laser** ne sont accessibles que pour un système de découpe intermittent. Il peut s'avérer nécessaire de demander à Galaad de ne commencer le mouvement sur le tracé qu'une fois le laser ou le jet d'eau complètement actif. Si celui-ci a une petite inertie, il faut indiquer un délai (en millisecondes) dans la case "on". Galaad enclenchera la sortie puis marquera cette pause avant d'attaquer le mouvement de découpe. Inversement, la temporisation "off" indique une pause à respecter à la fin du tracé après extinction du laser, avant de déplacer la tête vers un nouveau tracé ou vers son point de parking.

Si la tête laser ou le surpresseur du jet d'eau intègre une fonction de contrôle de marche avec un **signal "Prêt"** à renvoyer au système superviseur, le mieux est de connecter ce signal sur une entrée de la machine que Galaad peut lire. Il suffit alors de paramétrer cette entrée comme "Signal de broche prête" dans les paramètres de broche. Dans ce cas, Galaad mettra en route le laser, marquera la pause "on", puis attendra que l'entrée "broche prête" bascule dans l'état requis avant de démarrer le mouvement de découpe. Attention, il n'y a pas de *timeout*. Si le signal ne revient pas, le processus reste en suspens. Voir les entrées/sorties étendues pour des contrôles avancés.

❑ Découpe à la torche à plasma

Dans la même veine, Galaad peut contrôler la mise en route et l'arrêt d'une torche à plasma pour la découpe de métal. Le principe reste le même qu'avec un laser ou un jet d'eau pressurisé. Les torches à plasma ont toutefois la particularité de nécessiter une procédure d'amorçage et le maintien d'une longueur constante de l'arc électrique pour une qualité et une régularité optimales du sillon de découpe.

L'amorçage peut varier selon les types de torche et de matériau utilisés. La séquence la plus simple activera l'arc, marquera une pause puis attaquera le mouvement de coupe. En général, la torche démarrera plus haut que sa position normale le temps d'amorcer de façon optimale, puis sera abaissée après un temps de latence ou validation sur une entrée, enfin passera à la phase d'avance. Le fait de sélectionner une broche de type "**Tête de découpe laser ou plasma**" ouvrira une fenêtre de réglage des paramètres de découpe au moment de lancer l'usinage. Mais vous pouvez aussi écrire votre propre séquence plus élaborée. Attention, les coordonnées absolues MOVE TO (*i.e.* par rapport au zéro machine) ne sont pas accessibles dans un script de broche. Les seules commandes de déplacement utilisables sont les mouvements relatifs MOVE REL ou utilisant des coordonnées relatives au point d'origine pièce MOVE ORG.


Découpe
Amorçage Z
Hauteur d'allumage : 4 mm
Hauteur de découpe : 2 mm
Temporisation après allumage : 500 ms
Vitesse de positionnement : 10 mm/s
Découpe XY
Joindre les tracés jusqu'à 0.5 mm
Utiliser les vitesses d'avance du dessin
Forcer la vitesse à mm/s
Faire un parcours de test sur le 1er tracé
OK
Annuler

Il est aussi possible de faire un palpage pour rechercher la position Z de la surface de la pièce au point de départ du tracé, à l'aide du capteur de surface définissable dans les entrées/sorties étendues des paramètres de la machine. La hauteur de la torche sera alors définie selon la position de la surface. L'arc commencera alors exactement à la bonne distance. Mais les choses peuvent ensuite se gâter : étant donné que les mouvements de la machine sont générés de façon purement locale avec une transmission souvent très en avance sur leur exécution, il ne peut en théorie y avoir de correction en temps réel de la position de l'axe Z pour conserver une longueur d'arc constante. Si vos matériaux sont plus ou moins gondolés, il ne vous reste plus qu'à utiliser un palpeur de planéité qui fera une topographie Z de la surface le long des parcours à effectuer, préalablement au processus de coupe, ou bien utiliser une

commande numérique capable de réagir de façon locale aux variations de hauteur d'arc mesurées par la torche et retournées à la boucle de contrôle sous forme de signal analogique ou autre. Pour les commandes numériques disposant de cette fonction spéciale de correction Z en temps réel, Galaad propose les quelques réglages utiles.

Dépose de liquide

Si la plupart des applications usuelles de Galaad consistent à usiner une pièce en enlevant de la matière dans les tracés dessinés, le logiciel est tout aussi capable d'asservir un système chargé d'en apporter aux mêmes endroits. Il est même possible de faire les deux l'un après l'autre, par exemple en gravant des sillons puis en y injectant de l'encre ou de la peinture. Evidemment, dans ce cas précis, il sera nécessaire d'avoir une buse d'injection à côté de la broche de fraisage, avec un décalage XYZ calibré entre les deux. Les extensions des paramètres d'outils permettent de gérer facilement ce genre de situation, en assignant des sorties différentes aux commutations de la broche et de la buse. Un script de changement automatique pourra en outre gérer les hauteurs Z respectives des deux éléments. On peut aussi affecter différents outils à différentes teintes injectables, toujours avec les extensions des paramètres d'outils. Il suffit que chaque électrovanne ou pompe soit connectée à une sortie distincte.

Mais rien n'oblige à fraiser avant d'injecter le liquide. Une autre application de Galaad, assez proche, consiste à déposer de la colle ou équivalent dans les tracés d'une pièce dessinée, sans usinage préalable. Les entrées/sorties étendues permettent de gérer de près le cycle de dépose, en observant une petite temporisation après le déclenchement de l'ouverture de la vanne ou de la pompe d'injection, et en refermant cette vanne un peu avant d'atteindre le point final du tracé, pour laisser au liquide résiduel le temps de s'écouler. Ceci n'est pas forcément utile pour tous les liquides ; certains se contenteront très bien d'une commutation classique en début et en fin de tracé.

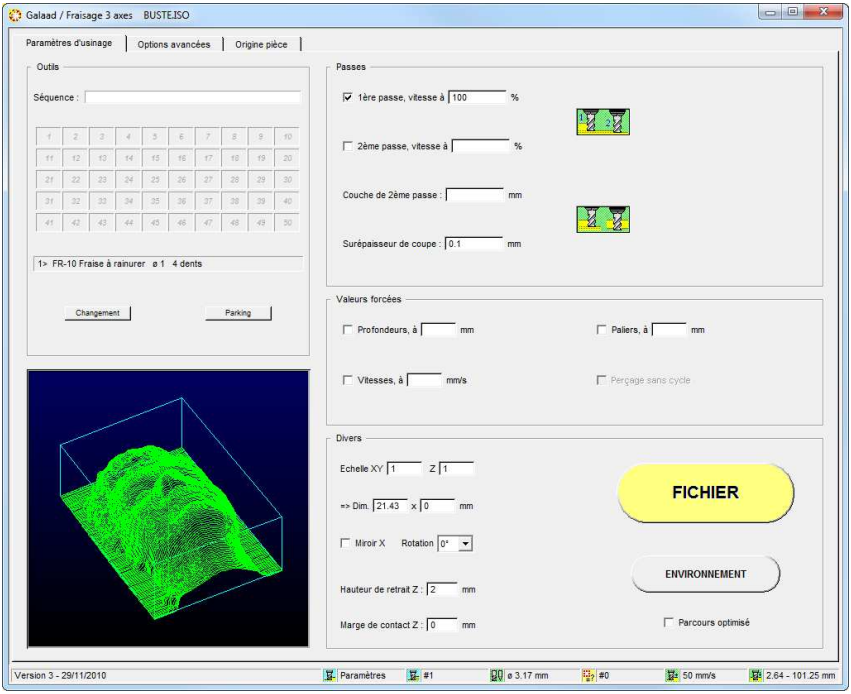
14

01110

"LANCELOT" UTILISATION AUTONOME

Galaad et Lancelot

Vous avez sans doute remarqué que l'installation de Galaad se permettait d'affubler votre bureau Windows d'un dossier contenant plusieurs icones cousines mais avec des noms différents, dont une icone "Lancelot". Il se peut aussi que vous n'ayez acquis qu'une simple licence de pilotage avec une carte CNC spécifique contenant cette licence, auquel cas seule l'icone "Lancelot" a été installée sur votre bureau. Quoi qu'il en soit, double-cliquez dessus.

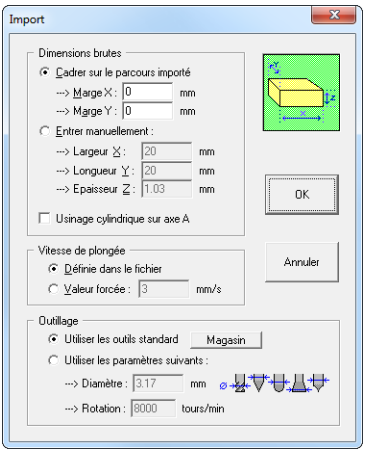


Apparaît aussitôt la fenêtre de Galaad demandant les paramètres d'usinage, mais couverte par une boîte de sélection de fichiers qui ressemble assez fort à celle utilisée pour l'import dans le module de dessin. Si vous n'avez que la licence pour ce module Lancelot (ou encore la licence "Kay") et que vous ouvrez tout juste ce manuel ici, vous aurez tout de même besoin de faire un petit tour par les chapitres *"Apprenons à usiner"*, *"Fonctions avancées de l'usinage"* et même *"Paramétrage de la fraiseuse"*. Allez-y, on vous attend.

Vous l'aurez compris, Lancelot est le module d'usinage standard de Galaad et tous deux travaillent en collaboration étroite. Mais c'est de l'union libre et, de même que Galaad peut faire des infidélités en confiant l'usinage du dessin à un logiciel tiers, Lancelot peut à son tour servir de réceptacle aux œuvres issues d'un autre créateur. Les deux programmes sont techniquement indépendants, ce qui permet d'ailleurs de lancer un usinage et continuer à dessiner, du moins si vous supportez de travailler dans le bruit.

Lancelot peut donc être lancé seul. Le fichier est alors importé directement pour l'usinage et vous le retrouvez dans les fenêtres de prévisualisation. Il ne reste plus qu'à paramétrer, et c'est d'ailleurs là que les **valeurs forcées** (entre autres profondeur et vitesse) peuvent se rendre utiles. Pour le reste, c'est à dire l'origine pièce et le lancement de l'usinage, vous connaissez la musique puisque vous avez lu les chapitres précédents.

Le problème principal d'un import de fichier, qu'on retrouvera avec le module Kay, c'est qu'aucun format ne contient d'information sur les dimensions brutes de la pièce à usiner, et notamment son épaisseur. Pourtant, **les dimensions brutes sont indispensables au réglage de l'origine pièce**, et c'est pourquoi il vous est demandé de les préciser.



La boîte de dialogue qui jaillit dès l'ouverture du fichier abonde dans ce sens. Vous pouvez laisser Lancelot recadrer le dessin avec des marges à préciser, ou bien indiquer vous-même les dimensions brutes, épaisseur comprise. A noter que le dessin peut aussi être enroulé autour de l'axe A pour un usinage cylindrique, du moins si vous disposez d'un 4ème axe rotatif.

La vitesse de plongée dans la matière n'étant pas dans les valeurs forcées, elle peut être réglée ici.

Enfin, l'outillage peut correspondre au magasin standard de Galaad, qui reste gérable depuis Lancelot, mais vous pouvez aussi indiquer dans cette fenêtre un diamètre et une vitesse de rotation. Le diamètre sert à compenser l'approche latérale de l'origine X ou Y, et la vitesse de rotation par défaut.

Ces données restent accessibles en cliquant sur le bouton "**Environnement**" en bas à droite de l'écran, via l'option "Paramètres d'import". Les autres options vous donnent un accès direct aux paramètres ou aux fonctions propres au module Lancelot, normalement appelables depuis le module Galaad que vous n'utilisez peut-être pas, selon la licence dont vous disposez.

A noter que **Lancelot peut être lancé directement par une autre application que Galaad** avec reprise automatique d'un fichier passé en argument. Si elle est de type standard, l'extension du nom de fichier donne alors le format de celui-ci. Sinon, il est nécessaire de passer en argument suivant l'extension standard mise entre parenthèses. Exemples :

C:\Galaad\Lancelot.exe "C:\Mes travaux\MonFichier.plt"

C:\Galaad\Lancelot.exe "C:\Mes travaux\MonFichier.xyz" (plt)

Les guillemets servent à intégrer en un bloc unique un nom de fichier avec espaces, sans qu'il soit scindé en deux arguments. Rendez-vous au chapitre "Considérations techniques" pour plus d'informations sur les nombreux arguments possibles des lignes de commande pour les différents modules.

☐ Lancelot et Kay

Le module Kay fait la même chose que Lancelot, c'est-à-dire le pilotage manuel de l'origine pièce et la supervision de l'usinage automatique, mais avec des formats plus spécialisés. Disons seulement ici que la différence principale entre Lancelot et Kay réside dans le fait que **Lancelot ne récupère que la partie active des fichiers d'usinage** (outil dans le matériau) et utilise donc les vitesses inactives et les cycles de perçages définis dans Galaad, avec le magasin d'outils de celui-ci. Kay, lui, pilote la machine avec le fichier tel qu'il est sans rien y changer, y compris les mouvements inactifs. Kay est un pilote d'usinage 3D pour 3 à 5 axes ; Lancelot est un pilote 2D½ et 3D pour 2 ou 3 axes (XYZ ou XAZ).

15

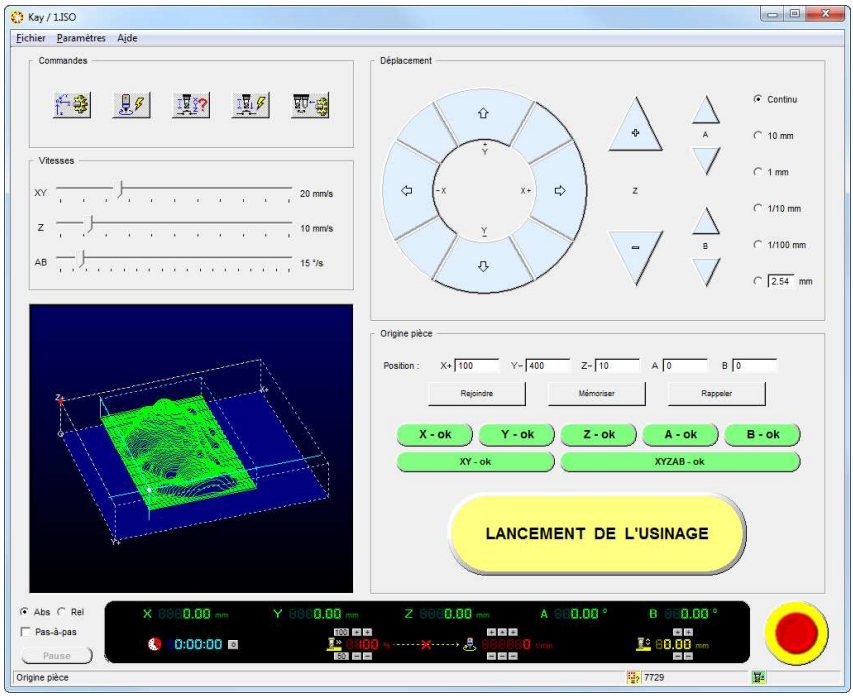
01111

"KAY"
PILOTE D'USINAGE 3D

Généralités

Le module Kay est un des composants du logiciel Galaad qui peut être utilisé de façon indépendante, soit avec la licence normale du logiciel, soit avec sa propre licence restreinte (sans clef). **Kay est un pilote d'usinage**, c'est à dire qu'il se contente de récupérer des fichiers FAO - *CAM* en Anglais - sous format ISO G-code, Isel-NCP ou MasterCam NCI, avec lesquels il supervise l'usinage automatique après avoir dirigé le réglage de l'origine pièce selon les mêmes modalités que l'usinage standard de Galaad.

Kay est spécialisé dans l'usinage de parcours d'outils 3D, de 3 à 5 axes. Les 4ème et 5ème axes sont présumés être de type standard, c'est à dire des axes de rotation A et B selon la norme en vigueur. Le pilotage manuel est effectif pour tous les axes disponibles sur la machine.

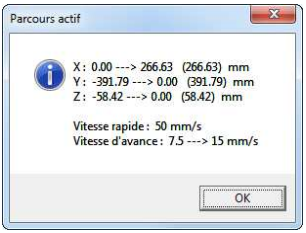


Au lancement, Kay affiche une fenêtre classique de pilotage manuel pour prise d'origine pièce, et demande aussitôt d'ouvrir un fichier à usiner. En l'absence de fichier sélectionné, il se contentera de faire du pilotage manuel.

A noter que le nom du fichier peut être passé en argument avec son chemin d'accès, auquel cas l'ouverture du fichier sera automatique. De cette façon, Kay peut être directement intégré au bout d'une chaîne de traitement complète CAO-FAO-CNC. Si vous disposez d'un logiciel capable de créer le parcours du ou des outils sous un format intelligible pour Kay, et que ce logiciel peut, comme le fait Galaad, appeler un pilote externe pour l'usinage en lui donnant le nom du fichier ainsi créé, Kay ouvrira automatiquement ce fichier. L'extension du fichier donne alors le format de celui-ci. Si cette extension n'est pas de celles habituellement reconnues par Kay, il suffit de l'ajouter en argument suivant entre parenthèses. Exemples :
→ **"C:\Program Files\Galaad\Kay.exe"**
appelle Kay sans lui donner de fichier à ouvrir ;
→ **"C:\Program Files\Galaad\Kay.exe" "C:\ CadCam\Fichier.iso"**
appelle Kay et lui demande d'ouvrir directement le fichier au format ISO ;
→ **"C:\Program Files\Galaad\Kay.exe" "C:\CadCam\Fichier.xyz" (iso)**
appelle Kay et lui demande d'ouvrir le fichier, tout en précisant le format.

☐ Coordonnées et origine fichier

Dès le chargement du fichier, Kay rappelle sommairement le volume couvert par le parcours des axes XYZ avec les valeurs extrêmes, ainsi que les vitesses des mouvements actifs et inactifs. Ceci n'est donné qu'à titre d'information passive.

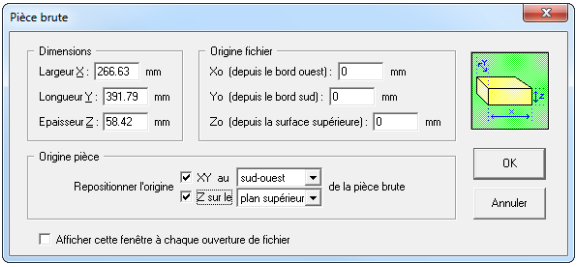

Parcours actif
X : 0.00 ---> 266.63 (266.63) mm
Y : -391.79 ---> 0.00 (391.79) mm
Z : -58.42 ---> 0.00 (58.42) mm
Vitesse rapide : 50 mm/s
Vitesse d'avance : 7.5 ---> 15 mm/s
OK

Il est important de rappeler que les formats des fichiers lus par Kay ne précisent pas les dimensions de la pièce brute, élément pourtant essentiel d'un travail d'usinage avec Galaad. Ces fichiers ne contiennent que les vecteurs et arcs du parcours à effectuer, actifs et inactifs, avec les vitesses et les références d'outils correspondantes. **Il n'est pas possible de déterminer la forme ni les dimensions de la pièce brute à partir des données du fichier ouvert.** Le travail de pilotage se fera donc à partir d'un point origine pièce à définir sur la table de travail. **Le point origine pièce réglé avec Kay correspond au point de coordonnées (0,0,0,…) du fichier.** Ce point peut très bien être situé tout à fait à l'extérieur du parcours, selon le système de coordonnées et les décalages suivis par le logiciel qui a produit le fichier.

A noter qu'il est assez commun de trouver le point de coordonnées (0,0) XY du fichier dans l'angle sud-ouest d'une pièce rectangulaire, le point 0 Z étant généralement situé soit à la surface supérieure de la pièce, soit sa surface inférieure. **Il vous appartient de gérer la position du point zéro fichier dans le module FAO chargé de produire celui-ci.**

Dans le cas d'un usinage 4 axes, la norme veut que le point origine Y corresponde à l'axe de rotation A. Cette norme est respectée par la fenêtre d'affichage graphique de Kay. Si votre fichier n'a pas respecté cette norme, l'affichage ne sera pas représentatif du parcours, mais l'usinage n'en sera pas moins correct pour peu que vous ayez réglé une origine Y correspondant bien à votre fichier. Il est d'ailleurs possible d'indiquer le décalage Yo-Axe A. Pour les usinages 5 axes, le point origine X est réputé correspondre à l'axe de rotation B de la même façon. Pour le reste, le système de coordonnées de Kay suit le standard géométrique avec des valeurs croissantes pour X de l'ouest à l'est (gauche vers droite), pour Y du sud au nord (devant vers derrière).

Vous pouvez néanmoins **modifier le point origine du fichier** une fois celui-ci ouvert dans Kay. La commande "Fichier / Dimensions & origine" vous donne accès à une boîte de dialogue dans laquelle vous pouvez indiquer de façon manuelle les dimensions cartésiennes de votre pièce brute, mais aussi positionner le point origine dans ces dimensions, y compris en forçant sa position dans un coin XY du rectangle et le point Z sur une de ses faces. La boîte de dialogue peut être affichée à chaque ouverture de fichier si vous le souhaitez. Une case à cocher rend cette option accessible.

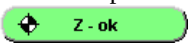

Pièce brute
Dimensions
Largeur X : 266.63 mm
Longueur Y : 391.79 mm
Epaisseur Z : 58.42 mm
Origine fichier
Xo (depuis le bord ouest) : 0 mm
Yo (depuis le bord sud) : 0 mm
Zo (depuis la surface supérieure) : 0 mm
Origine pièce
Repositionner l'origine
XY au sud-ouest
Z sur le plan supérieur
de la pièce brute
OK
Annuler
Afficher cette fenêtre à chaque ouverture de fichier

D'autres commandes sont disponibles dans le menu "Fichier" pour décaler manuellement les coordonnées, les inverser ou changer les facteurs d'échelle. De même, vous pouvez **extraire un morceau du fichier** en déterminant les points de départ et d'arrivée du parcours. Tous les vecteurs et arcs situés avant ou après seront ignorés, mais les commandes de vitesse, changement d'outil, *etc.* resteront actives.

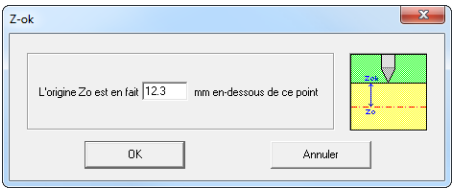
Origine pièce

Dès que le fichier est chargé et le message de parcours actif validé, Kay ouvre le dialogue avec la machine puis vous laisse piloter celle-ci. Le réglage de l'origine pièce est effectué de façon classique à l'aide du tableau de commandes de pilotage manuel et des boutons verts de validation (voir aussi les chapitres "Apprenons à usiner" et "Fonctions avancées de l'usinage"). Le but de ce pilotage manuel est d'**indiquer à Kay où se trouve physiquement le point zéro fichier sur la pièce brute**. Pour ce faire, il suffit de déplacer manuellement la pointe de l'outil vers les coordonnées du point de référence, axe par axe. Pour les fonctions de pilotage manuel et de validation de l'origine, reportez-vous au chapitre *"Apprenons à usiner"*, section *"Origine pièce"* qui vous donnera tous les détails et quelques astuces.

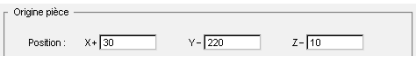
Vous pouvez entrer une **position numérique** à rejoindre en cliquant sur les afficheurs en bas de l'écran, ou en appuyant sur les touches X, Y ou Z.

Mais le but n'est pas seulement de faire bouger la machine le long de ses axes. Si Kay est censé connaître en permanence la position de la pointe d'outil, il ne sait pas pour autant où se trouve le parcours à usiner sur le plateau de la machine, et c'est donc ce que vous allez lui indiquer. Vous allez donc effectuer des approches X Y et Z une par une ou ensemble, en validant pour chaque axe la position approchée. Par exemple, vous positionnez l'axe Z au point de la pièce qui correspond au point zéro Z du fichier puis vous cliquez sur le bouton vert de **validation de la position Z** : 

Avec l'usinage standard de Galaad, le point de coordonnées Zo dans le dessin sera toujours la surface supérieure de la pièce, l'épaisseur de celle-ci étant de surcroît connue. Avec Kay, il est tout à fait possible que vous ne puissiez pas positionner l'outil au point de coordonnées Z=0 du fichier, tout simplement parce que celui-ci se trouve dans la matière. S'il est au fond de la pièce, le plus simple est d'affleurer le plateau-martyr ou le fond du posoir. Mais ce n'est pas toujours possible et le point Zo peut aussi se trouver noyé quelque part dans l'épaisseur de la pièce, à une position connue mais inapprochable. Par conséquent, sur validation "Z-ok", Kay vous



demande donc de préciser si l'origine fichier Zo se trouve plus bas que le point que vous avez affleuré.

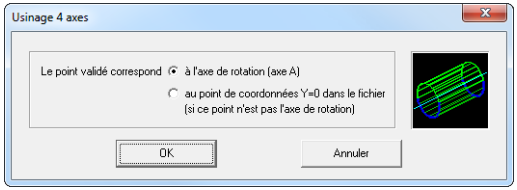


La position Z "monte" alors dans la case Z de l'origine pièce.

Faites de même pour les axes X et Y, et aussi les axes rotatifs si nécessaire, en approchant physiquement l'endroit de la pièce brute qui correspond au point zéro du fichier, et en cliquant sur les autres boutons verts. A noter qu'il n'est pas nécessaire de régler l'origine pièce axe par axe avant chaque usinage. Si vous avez un étau ou posoir fixe avec des parcours d'usinage utilisant un système de coordonnées partant de ce posoir, il suffira de régler l'origine XY une fois pour toutes. Il est d'ailleurs possible de **mémoriser** des origines pour les **rappeler** ultérieurement. Les positions d'origine pour l'axe Z et pour les axes rotatifs éventuels sont elles aussi mémorisables, la dernière position utilisée restant valide jusqu'à ce qu'elle soit déplacée.

Important : si votre machine est équipée d'un **capteur d'outil**, reportez-vous au chapitre *"Fonctions avancées de l'usinage"*, section *"Mesure automatique de l'outil"* pour plus d'informations. La méthode de calibrage reste la même, mais **l'utilisation d'un capteur d'outil suppose que vos fichiers d'usinage auront tous leur origine Zo située au fond de la pièce**, puisque Kay ignore l'épaisseur de celle-ci. Idem pour un changeur automatique.

En usinage 4 axes, c'est-à-dire si votre machine est équipée d'un axe rotatif A et si le fichier ouvert contient des coordonnées rotatives A, les validations "Y-ok" et "Z-ok" peuvent définir soit la position de l'axe de rotation sur les axes Y et Z, information nécessaire pour un calcul de vitesse tangentielle et un affichage corrects, soit la position des points de coordonnées Y=0 et Z=0 dans le fichier, si ces points ne sont pas situés sur l'axe de rotation (cela peut parfois arriver). Lorsque vous cliquez sur les boutons verts, Kay demande alors à quoi correspond la position validée.


Usinage 4 axes
Le point validé correspond
à l'axe de rotation (axe A)
au point de coordonnées Y=0 dans le fichier
(si ce point n'est pas l'axe de rotation)
OK
Annuler

A noter que la barre Espace du clavier interrompt le rafraîchissement de l'affichage lors des validations. Pratique pour les très gros fichiers.

Paramètres

On ne va pas revenir ici sur la façon de définir votre machine. Reportez-vous au chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"* si vous avez besoin d'informations en ce sens. **Le paramétrage de la machine est rigoureusement identique à celui effectué depuis le module principal Galaad, et les modifications opérées depuis un module sont applicables dans l'autre**. Dans Kay, le fait de modifier un paramètre de la fraiseuse provoque la réinitialisation du dialogue avec celle-ci. Dans la même veine, la commande "Paramètres / Rouvrir la communication" vous évite de devoir fermer puis relancer Kay en cas de problème de dialogue avec la machine, par exemple une mise hors tension momentanée. Le processus d'initialisation de la machine est alors recommencé.

Les options de **téléchargement** et **télésauvegarde** ne concernent que les machines équipées d'une mémoire locale capable de stocker le parcours d'usinage et de l'exécuter localement, soit depuis la mémoire tampon, soit depuis une carte mémoire ou une unité de disque.

Il est possible d'engager le processus d'**extinction du système** une fois le parcours d'usinage achevé. Dans ce cas, Kay est fermé automatiquement après avoir passé à Windows une commande d'extinction de l'ordinateur.

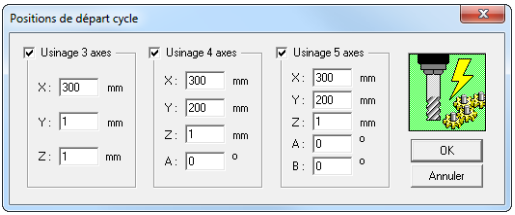
Selon son format et son programme générateur, le fichier de parcours d'usinage peut ou non contenir des ordres de mise en route et d'extinction du **système d'arrosage**. Il est bien évident que Kay éteint l'arrosage en fin de processus même si le fichier ne l'a pas demandé. Mais il est possible de forcer l'activation ou la désactivation de l'arrosage. Dans tous les cas, il est nécessaire que la sortie correspondant au système d'arrosage ait été définie dans les paramètres de la machine.

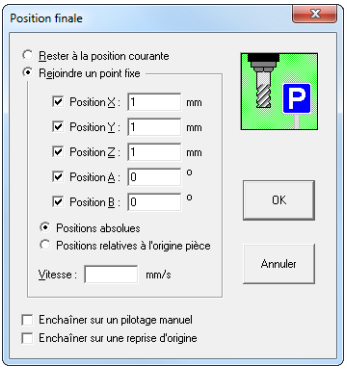
Un **usinage répétitif** peut être demandé, avec relance du cycle après un temps de pause réglable, et une fois le cycle précédent achevé sans erreur. L'origine pièce reste alors inchangée. Un **usinage en série** peut aussi être paramétré, pour obtenir une matrice de pièces sur la machine. Il est nécessaire de préciser le nombre de pièces par rangée et colonne, ainsi que le décalage d'origine d'une pièce à ses voisines X et Y.

De même que l'arrosage, la **commande de broche** peut être inactivée ou forcée indépendamment de ce que le fichier indique.

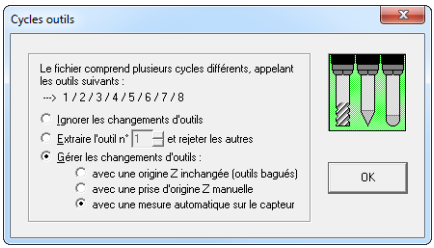
Le **compteur d'usinages** permet de suivre les cycles appliqués à une ou plusieurs pièces pour obtenir le temps globalement passé à usiner. Contrairement à Galaad, il n'y a avec Kay qu'un seul compteur disponible.

La **position de départ cycle** est un élément important si votre machine est encombrée d'obstacles divers comme des posoirs, un 4ème axe rotatif, *etc.* Un fichier issu d'une FAO bien élevée commence en général par un mouvement XY rapide vers le point d'entrée du premier tracé. Sauf que les coordonnées de ce fichier sont relatives au point d'origine pièce et non au point d'origine machine. Le tout premier mouvement est chargé d'assurer la convergence. Mais on ne sait pas si, entre sa position courante et le premier point d'entrée, l'outil ne va pas se heurter à quelque barricade. Soit vous vous arrangez à chaque fois pour que l'outil soit proche de ce point d'entrée au moment de lancer le cycle, afin d'éviter un risque de collision, soit vous indiquez un point de départ en coordonnées absolues (coordonnées relatives au zéro machine) qui sera toujours rejoint avant de commencer un cycle. Ce point peut être défini pour chaque type d'usinage, 3, 4 ou 5 axes. Si votre machine travaille en origine pièce flottante (*i.e.* pas de zéro machine), alors vous avez lu ce paragraphe pour rien.





A contrario, en fin de cycle, la machine se déplace de façon automatique vers la **position de changement d'outil** si un autre outil doit être monté à la main pour compléter le processus, ou bien vers la **position de rangement d'outil** lorsque la pièce est achevée. On retrouve ici les mêmes réglages que pour l'usinage avec Galaad. Une position d'interruption peut aussi être indiquée, correspondant à ce que la machine doit faire lorsque l'usinage a été stoppé pour une raison ou une autre.


Cycles outils
Le fichier comprend plusieurs cycles différents, appelant les outils suivants :
--> 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8
Ignorer les changements d'outils
Extraire l'outil n° 1 et rejeter les autres
Gérer les changements d'outils :
avec une origine Z inchangée (outils bagués)
avec une prise d'origine Z manuelle
avec une mesure automatique sur le capteur
OK

Lors de l'ouverture du fichier, et si celui-ci contient plusieurs cycles d'outils successifs, par exemple pour des passes d'ébauche et de finition, il vous est demandé de définir la façon dont les **changements d'outils** doivent être gérés. La liste des outils détectés dans le fichier est affichée en haut de la boîte de dialogue, et plusieurs options sont alors disponibles :

1 - Les changements d'outils sont purement et simplement ignorés. Dans ce cas, Kay considérera qu'un seul outil usine tout le parcours, celui qui est monté sur la broche au lancement du processus. Tout le fichier est alors usiné sans interruption.

2 - Un seul des cycles outils du fichier est effectué. Les codes correspondants à l'outil en question sont les seuls qui génèrent des mouvements d'usinage, et les autres sont ignorés. Il est ainsi possible de refaire un cycle exclusif.

3 - Les changements d'outils sont gérés par Kay. Plusieurs sous-options sont alors proposées :

3.1 - Les outils sont bagués ou bien ont tous la même longueur apparente, c'est à dire que le montage d'un nouvel outil ne nécessite pas la réglage d'une nouvelle origine Z. Dans ce cas, Kay interrompt l'usinage lorsqu'il arrive à une commande de changement d'outil dans la séquence définie par le fichier, et affiche un message demandant à l'utilisateur de monter l'outil qui doit ensuite démarrer. Dès le message validé, le cycle reprend.

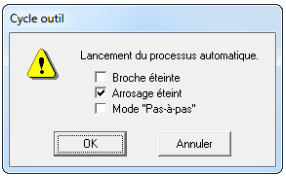
3.2 - Le changement d'outil nécessite un nouveau réglage manuel de l'origine sur l'axe Z. Dans ce cas, le message de montage du nouvel outil est affiché, puis Kay revient à l'écran de pilotage. Le fait de cliquer sur le bouton jaune de lancement du processus redémarre sur le nouveau cycle.

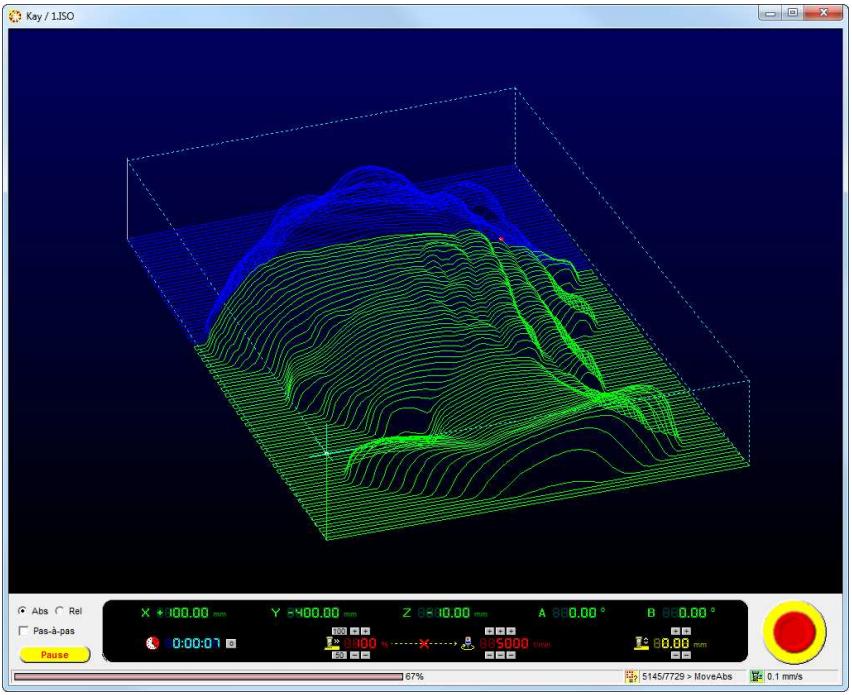
3.3 - Le changement d'outil nécessite un nouveau réglage de l'origine Z, mais celui-ci peut être effectué de façon automatique à l'aide du capteur d'outils. Dans ce cas, sitôt le message de changement validé, Kay effectue une mesure automatique de la nouvelle origine Z sur le capteur d'outils et relance immédiatement le cycle.

3.4 - La machine dispose d'un changeur d'outils automatique dont la séquence programmée a été définie dans les paramètres. L'interruption est alors limitée au rangement automatique de l'outil courant dans son râtelier, à la sélection du suivant et éventuellement la mesure de celui-ci sur le capteur.

Usinage

Comme pour les autres modules de pilotage de Galaad, le gros bouton jaune de lancement de l'usinage active le processus défini dans le fichier, à partir du point origine préalablement réglé. Au moment de valider le départ du cycle, vous pouvez encore choisir de ne pas allumer la broche et l'arrosage. Il est possible d'activer le mode "pas-à-pas" dans lequel chaque mouvement d'usinage doit être validé au clavier, sauf si la case correspondante est décochée, en bas à gauche de l'écran.



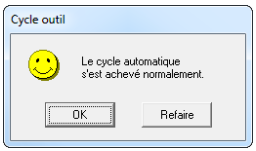


Rappelons que la barre Espace stoppe l'usinage de la même façon que le clic sur le bouton d'arrêt d'urgence en bas à droite de l'écran. Plus civilisé, le bouton Pause en bas à gauche de l'écran permet d'interrompre l'usinage dès que l'outil est rétracté au-dessus de la pièce. L'arrêt n'est donc pas immédiat dans ce cas, et il reste possible de reprendre le processus là où il a été interrompu. Ceci peut s'avérer utile pour un nettoyage de l'outil ou de la pièce en

cours d'usinage sans risque de marquage. Mais si celle-ci est usinée tout d'un bloc sans remontée d'outil intermédiaire, comme c'est souvent le cas pour les usinages 3D, l'arrêt sera alors sans objet puisqu'il correspondra à la fin du cycle global.

Comme pour le module d'usinage standard Lancelot, on trouve en bas de l'écran des boutons qui permettent d'ajuster la vitesse de mouvement et la vitesse de rotation de la broche si celle-ci est asservie. Il est aussi possible de décaler légèrement l'origine Z, c'est à dire modifier en cours de route la profondeur de passage de l'outil. Ce décalage n'est valide que pour le cycle outil en cours ; le cycle suivant reviendra à la valeur normalement réglée pour l'origine pièce.

Une fois le processus complètement achevé, tous les outils ayant été appelés, la broche est arrêtée, le dernier outil est rangé à sa position de parking, et un message final indique à l'utilisateur que l'usinage de la pièce est terminé, s'il n'est pas parti déjeûner.



Si vous avez acquis la seule licence Kay, le présent chapitre peut vous paraître succinct voire incomplet. Rappelons que cette licence vous donne aussi accès au module Lancelot, le pilote d'usinage standard de Galaad déjà décrit aux chapitres *"Apprenons à usiner"*, *"Fonctions avancées de l'usinage"* et *"Lancelot, utilisation autonome"* du présent manuel. Il est donc recommandé de lire ces chapitres pour plus d'informations sur le processus d'usinage en général, la plupart des fonctions décrites dans ces chapitres restant applicables au module Kay.

De même, le chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"* reste valable pour l'utilisation du seul module Kay, même si certaines particularités du paramétrage ne concernent que l'usinage avec Lancelot, par exemple les vitesses inactives ou les entrées sorties étendues.

Pour mémoire, Lancelot est appelé directement par le module principal de dessin 2D½ Galaad. Il ne peut gérer que 2 ou 3 axes mais permet néanmoins l'usinage 3D, y compris avec des fichiers externes, les parcours de liaison outil relevé étant alors extraits du reste et redéfinis par Lancelot qui tient compte des paliers imposés par la librairie d'outils de Galaad. Lancelot permet en plus le

contrôle d'entrées/sorties étendues pour des processus soumis à des automatismes spéciaux. Le module Kay, quant à lui, gère de 3 à 5 axes mais pilote l'usinage avec le fichier tel quel, sans ajouter des paliers, lesquels sont définis par le module FAO (CAM) qui a généré le fichier. Le calcul cinématique est la seule modification que Kay se réserve d'apporter au parcours, en modulant les vitesses d'avance afin d'éviter les sorties de route.

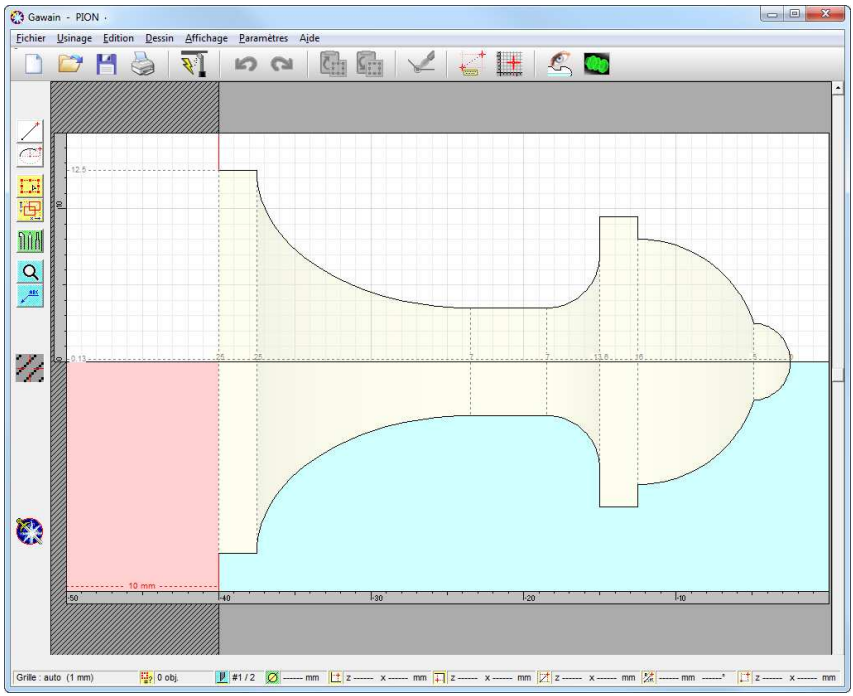
16

10000

"GAWAIN" CAO-FAO DE TOURNAGE

Module de dessin

Le tournage avec Gawain ressemble beaucoup au fraisage, en plus simple pour ce qui est du dessin, et en plus compliqué pour ce qui est de l'usinage. Ce module n'est pas aussi riche de fonctionnalités que Galaad, mais les pièces à dessiner sont nettement moins complexes, constituées d'un simple profil de révolution, typiquement des pions de jeu d'échec ou des barreaux de chaise. L'utilisation du module de tournage Gawain suppose que vous êtes déjà plus ou moins familier avec l'utilisation du module de fraisage Galaad, tant pour le dessin que pour la prise d'origine pièce et l'usinage automatique. Si ce n'est pas le cas, reportez-vous aux chapitres *"Apprenons à dessiner"* et *"Techniques avancées de dessin"* qui vous diront tout ce qu'il faut savoir plus sur la manière de procéder. Le dessin avec Gawain est tout aussi intuitif et ne devrait pas poser de difficulté.



Les références géométriques de tournage nomment "**Z**" **l'axe d'avance** et "**X**" **l'axe de diamètre**, ce qui peut induire quelques confusions sur les cotes pour un habitué du dessin sur un plan cartésien XY. Galaad en général et son

module de tournage Gawain en particulier respectent à la lettre (si l'on peut dire) les définitions normalisées. Si vous êtes familier avec le fraisage mais pas avec le tournage, il vous faudra garder à l'esprit que les axes X et Y du dessin et du pilotage deviennent respectivement Z et X. L'habitude vient vite et l'utilisation reste inchangée.

L'affichage de la pièce sur l'écran de dessin permet de visualiser la **trajectoire de tournage** dans la partie haute, où l'on dessine, et son **symétrique visuel** dans la partie basse, celle-ci restant passive, le tout représentant la globalité de la pièce usinée. Vous dessinez donc le demi-profil de la pièce, l'autre moitié étant affichée de façon passive. Pour une meilleure perception du résultat usiné, les angles vifs du profil sont mis en valeur par des lignes pointillées qui rejoignent le pendant symétrique. Les cotes Z de ces angles vifs sont affichées près de l'axe de rotation, l'origine étant par défaut située au bord droit de la pièce.

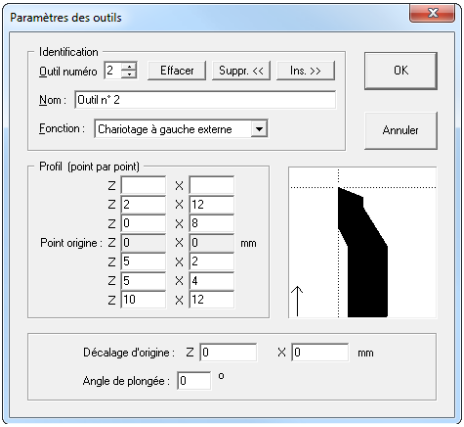
Vous remarquez très vite que les icones de dessin sont moins nombreuses dans Gawain que dans Galaad. Il est bien évident que les fonctions de création de points et de figures fermées sont sans objet pour le tournage, puisqu'il s'agit ici de **dessiner des segments de profil à l'aide de simples lignes droites, arcs et courbes**, le tout ne constituant qu'une unique trajectoire supposée continue. En fait, il est possible de dessiner plusieurs sous-ensembles distincts de profils le long de l'avance, non reliés entre eux. Les espaces restés vides entre les trajectoires ne seront tout simplement pas usinés, la pièce restant brute à ces endroits.

Le profil est unique, ce qui oblige à **relier les différents objets dessinés** en une trajectoire cohérente. Gawain comprend que des éléments jointifs mais constitués distincts font un seul parcours. Là où Galaad proposait de relier, souder ou scinder les objets, Gawain ne fait de différence que sur la jonction des extrémités. S'il y a un espace entre deux objets (ils sont réputés jointifs si moins de $1/10^{ème}$ de millimètre les sépare), alors le processus de tournage rétractera l'outil pour passer d'une extrémité à l'autre. La **séquence** de dessin n'a par conséquent aucune importance. Lors de l'usinage, Gawain vous demandera dans quel sens vous souhaitez parcourir le profil, c'est à dire de gauche à droite ou de droite à gauche. La notion de **vitesse** disparaît aussi. Une vitesse d'avance unique vous sera demandée au moment d'usiner pour chaque phase (ébauche, finition, filetage).

Outillage

La notion d'**outil** reste présente dans Gawain, même si les couteaux de tournage n'ont pas grand rapport avec les outils de Galaad. Les outils de tournage ne sont plus des fraises, forets et autres pointes, mais des lames inertes chargées d'éroder la pièce qui tourne.

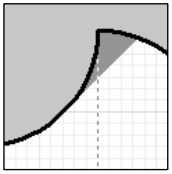
Le profil peut être usiné en plusieurs fois à l'aide d'outils différents, il est donc nécessaire d'affecter pour chaque objet un outil dont les caractéristiques techniques auront été paramétrées. Comme pour Galaad, il est possible de définir une librairie de 50 outils maximum. Et comme pour Galaad, il est nécessaire avant toute chose de commencer par définir les caractéristiques des outils que vous allez utiliser. Pour ce faire, appelez la fonction "Paramètres / Outils" qui vous donne accès aux paramètres techniques de chaque outil. **Les modifications que vous apportez à un outil sont mémorisées lorsque vous changez de numéro**, le tout étant enregistré de façon définitive lorsque vous cliquez sur "Ok" pour refermer la fenêtre, le bouton "Annuler" effaçant toutes les modifications apportées.

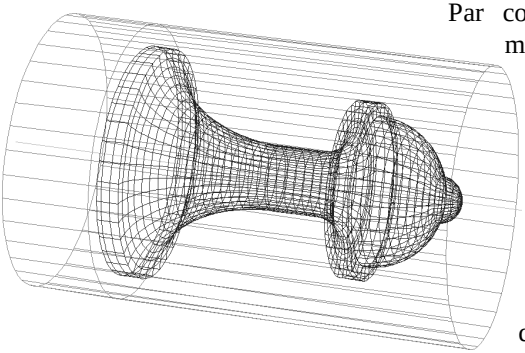


Le nom de l'outil est purement indicatif. Il sera rappelé dans les messages et sélections au moment d'usiner, mais n'a pas d'incidence sur le fonctionnement. Par contre, la **fonction** est importante pour le Gawain puisse filtrer qui fait quoi à un moment donné du processus.

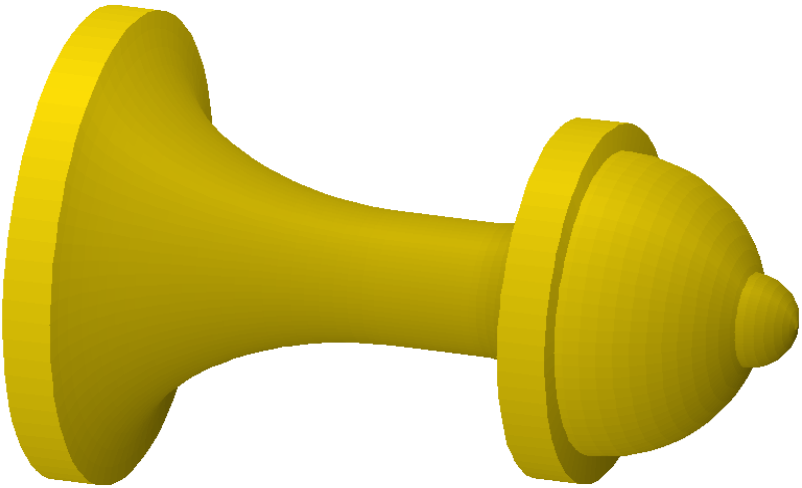
Le **profil** de coupe et son déport d'origine permettent d'utiliser un porte-outils calibré et des outils proprement mesurés. Le profil d'un outil peut être défini de façon sommaire par deux triplets de coordonnées de part et d'autre du **point origine**. Ce point origine correspond à l'extrémité de l'outil en contact avec la pièce, par exemple la pointe d'un outil de base à lame oblique. Lors de la prise d'origine pièce, c'est ce point qui servira de référence. Chaque couple de coordonnées ZX définit un nouveau segment sur le profil de l'outil. Il n'est donc pas possible de dessiner un vrai profil complexe, mais l'outillage de base

reste facilement intégrable. Dans le cas d'un outil à tronçonner, seule la largeur Z de l'outil peut être définie. On considère qu'un tel outil est constitué d'un simple barreau à bout plat, et donc avec un profil droit. Ce type d'outil est employé principalement pour faire une ébauche du profil ou, comme son nom l'indique, à trancher la pièce terminée. Lorsque vous demandez la visualisation du tracé réellement usiné, Gawain calcule et affiche les **conflits** possibles entre la trajectoire dessinée et le profil d'outil. Comme d'habitude avec Galaad, ceci n'est donné qu'à titre d'avertissement ; vous pouvez très bien choisir d'ignorer le problème et lancer un cycle de tournage sans vous préoccuper de ces recouvrements, même si le profil de pièce risque de s'en trouver altéré.

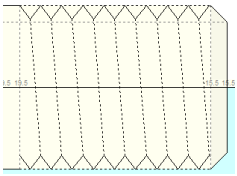




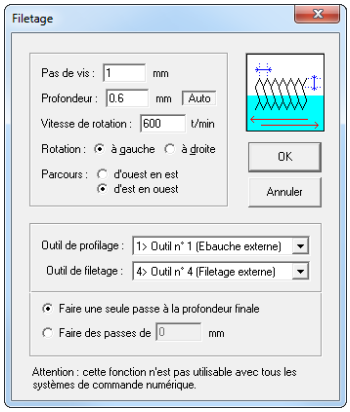
Par contre, les **visualisations 3D** maillée et surfacique ne représentent que la pièce telle qu'elle a été dessinée, sans tenir compte de l'outillage mis à contribution et donc sans araser les zones sujettes à conflits. Ces deux vues sont imprimables au même titre que l'affichage normal.



Filetage



Gawain permet d'intégrer au dessin des filetages horizontaux ou coniques, sans tenir compte du fait que votre tour numérique sera ou non capable de les réaliser. **Si le moteur de rotation de votre tour n'est pas indexé ou sa vitesse non asservie, le tournage ne pourra produire que des pièces parfaitement symétriques sur l'axe de rotation, excluant de fait les filetages.** L'indexation du moteur suppose bien évidemment que la commande numérique qui gère le tour soit capable effectuer un mouvement soumis à synchronisation externe, fonction assez peu répandue. Une indexation typique consiste à monter sur le moteur du tour un encodeur ou un disque optique retournant le compte précis des impulsions à la carte de commande, via un diviseur ou un multiplicateur de fréquence. Il reste possible de fileter sans indexation, sous réserve d'avoir un variateur de broche très précis ou disposant de sa propre boucle fermée de contrôle de la vitesse de rotation.


Filetage
Pas de vis : 1 mm
Profondeur : 0.6 mm Auto
Vitesse de rotation : 600 t/min
Rotation : à gauche à droite
Parcours : d'ouest en est
d'est en ouest
OK
Annuler
Outil de profilage : 1> Outil n° 1 (Ebauche externe)
Outil de filetage : 4> Outil n° 4 (Filetage externe)
Faire une seule passe à la profondeur finale
Faire des passes de 0 mm
Attention : cette fonction n'est pas utilisable avec tous les systèmes de commande numérique.

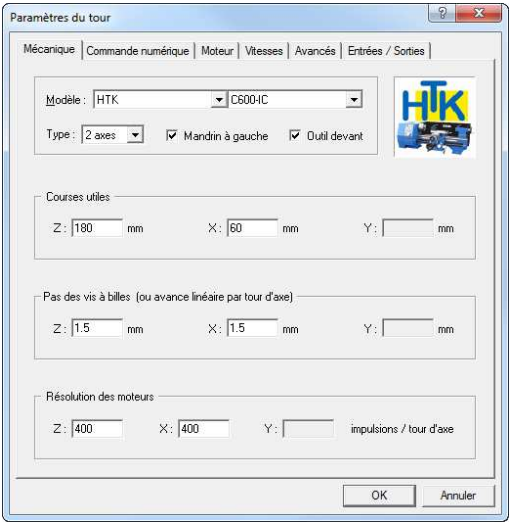
La dernière icone de la série des lignes permet d'insérer un filetage sur le dessin. Le double-clic ou le clic droit sur un filetage déjà existant rappelle la fenêtre d'édition des caractéristiques techniques de celui-ci. Vous pouvez indiquer n'importe quel **pas de vis** et n'importe quelle **profondeur de filet**, même hors standard. Un petit bouton "Auto" fera la conversion directe du pas vers la profondeur selon les formules de calcul en usage. La **vitesse de rotation** peut être précisée pour chaque filetage, de même que le **sens de rotation** de la broche, sous réserve là encore que votre variateur accepte de tourner en sens inverse. Vous pouvez aussi choisir le sens de chariotage qui, combiné au sens de rotation, déterminera un pas de vis à droite ou à gauche.

L'**outil de profilage** est celui qui sera utilisé lors de la passe de finition pour mettre la pièce à la cote avant filetage. Enfin, la profondeur de gorge pourra être atteinte en plusieurs **passes successives**, à condition toutefois que votre tour dispose en plus d'une synchronisation 0° sur le moteur.

Paramétrage du tour

Si cela peut vous rassurer, les données techniques de votre tour sont quasiment les mêmes que pour votre fraiseuse : courses utiles, démultiplications, communication, on est dans le déjà-vu. D'ailleurs, Gawain peut gérer les paramètres d'un tour et d'une fraiseuse 4 axes pour usiner un profil par fraisage rotatif, filetage compris. On verra plus loin comment procéder.

La fonction "Paramètres / Tour 2 axes" affiche les caractéristiques de votre machine. Les tours listés sont bien moins nombreux que les fraiseuses, mais

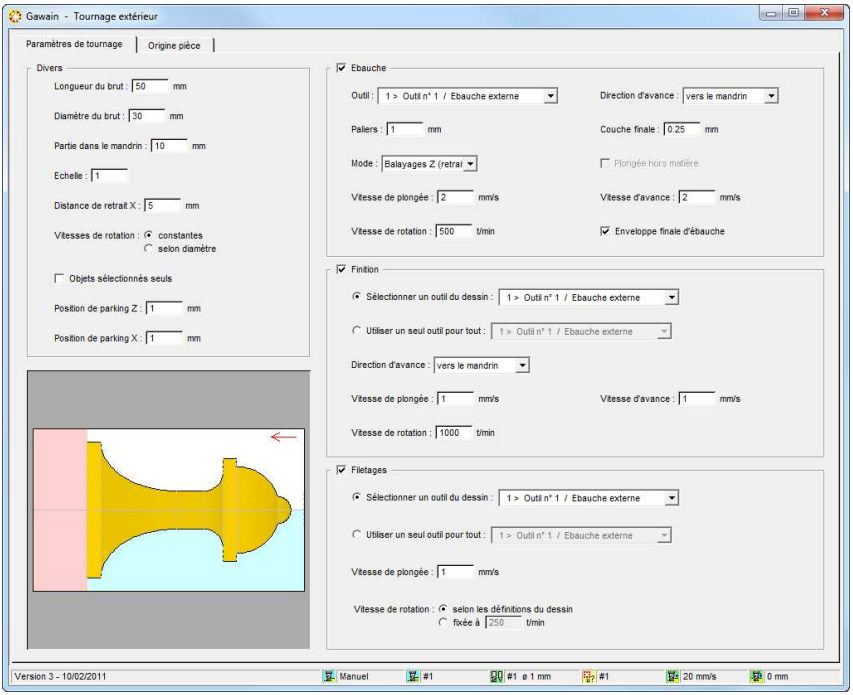


Gawain accepte de piloter toutes les commandes numériques déjà disponibles pour le fraisage. Ceci permet de réutiliser les axes de votre fraiseuse numérique pour faire du tournage à peu de frais, en plaçant sur la table une simple platine constituée d'un mandrin motorisé et de sa contre-pointe, les outils de tournage étant portés par le chariot mobile Z de la machine. Le paramétrage vous demande d'ailleurs si votre machine dispose d'un 3ème axe Y vertical (axe Z d'une fraiseuse). Dans l'affirmative, le pilotage manuel vous permettra d'ajuster la hauteur de l'outil sur l'axe de rotation.

Les caractéristiques mécaniques sont classiques. Vous devez néanmoins préciser si **le mandrin est à gauche** et si **l'outil est devant** (ce qui est le standard), afin que le pilotage soit cohérent entre l'écran et la machine. Les paramètres présents dans les autres pages sont identiques à ceux de la fraiseuse et ont les mêmes effets. Seuls quelques-uns n'apparaissent pas, étant sans objet en tournage. Par conséquent, reportez-vous au chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"* pour plus de détails. A noter que, dans l'onglet "Commande numérique", une petite option discrète en haut à droite de la page indique si le contrôleur du tour permet d'effectuer des **filetages**.

Petit tour du pas de tir

Une fois la pièce dessinée, il n'y a plus qu'à faire une tentative de tournage avec la commande "Usinage / Tournage extérieur 2 axes".


Gawain - Tournage extérieur
Paramètres de tournage
Origine pièce
Divers
Longueur du brut : 50 mm
Diamètre du brut : 30 mm
Partie dans le mandrin : 10 mm
Echelle : 1
Distance de retrait X : 5 mm
Vitesses de rotation : constantes
selon diamètre
Objets sélectionnés seuls
Position de parking Z : 1 mm
Position de parking X : 1 mm
Ebauche
Outil : 1 > Outil n° 1 / Ebauche externe
Direction d'avance : vers le mandrin
Paliers : 1 mm
Couche finale : 0.25 mm
Mode : Balayages Z (retrai
Plongée hors matière
Vitesse de plongée : 2 mm/s
Vitesse d'avance : 2 mm/s
Vitesse de rotation : 500 t/min
Enveloppe finale d'ébauche
Finition
Sélectionner un outil du dessin : 1 > Outil n° 1 / Ebauche externe
Utiliser un seul outil pour tout : 1 > Outil n° 1 / Ebauche externe
Direction d'avance : vers le mandrin
Vitesse de plongée : 1 mm/s
Vitesse d'avance : 1 mm/s
Vitesse de rotation : 1000 t/min
Filetages
Sélectionner un outil du dessin : 1 > Outil n° 1 / Ebauche externe
Utiliser un seul outil pour tout : 1 > Outil n° 1 / Ebauche externe
Vitesse de plongée : 1 mm/s
Vitesse de rotation : selon les définitions du dessin
fixée à 250 t/min
Version 3 - 10/02/2011
Manuel
#1
#1 ø 1 mm
#1
20 mm/s
0 mm

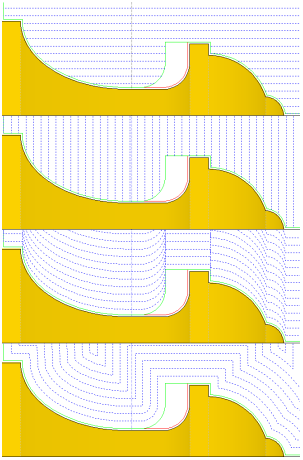
La page des paramètres de tournage est plus fournie que celle du fraisage, mais son contenu n'est pas si compliqué. A gauche de la fenêtre, les paramètres divers sont globaux et n'ont pas de lien avec le travail courant, excepté les dimensions du cylindre brut que vous pouvez changer ici sans que cela change le dessin. La **partie dans le mandrin** définit la longueur Z de la pièce fichée dans le mandrin, accessible en tournage intérieur mais pas en tournage extérieur (affiché en rose). La **distance de retrait** indique de combien l'outil doit être rétracté pour ses manœuvres de positionnement. Cette distance s'entend par rapport au diamètre extérieur du cylindre brut. Si votre tour est équipé d'un variateur de vitesse, les **vitesses de rotation** peuvent être soit constantes, soit variables selon la position X dans la matière, afin d'obtenir une vitesse tangentielle régulière. Dans ce dernier cas, les vitesses de rotation

réglées correspondent au bord extérieur du cylindre brut, et le logiciel accélère la rotation lorsque l'outil se rapproche de l'axe. Il va de soi que le variateur doit être asservi et ses paramètres dûment calibrés.

A droite de la fenêtre, le processus de tournage se divise en trois étapes successives : ébauche, finition, filetage, avec pour chacune ses paramètres. Vous devez indiquer quelle étape vous voulez effectuer. Ces étapes s'enchaîneront sans interruption s'il n'y a pas de changement d'outil à opérer.

1 - Ebauche :

Les outils que vous avez indiqués dans le dessin correspondent à la passe de finition et aux cycles de filetage. Le dessin ne précise pas quel outil va servir pour ébaucher la pièce. Vous devez choisir cet outil ici, en même temps que les paramètres d'ébauche. Avec un outil droit classique (outil de base à tronçonner), **le logiciel calcule automatiquement le déport latéral de l'outil** pour éviter qu'il n'attaque les faces verticales ou obliques.



Quatre modes d'ébauche sont possibles pour couvrir les paliers : le classique **balayage Z** qui exécute des passes horizontales sur l'axe d'avance, avec une variante qui limite le retrait de l'outil lorsque c'est possible pour gagner du temps ; le **balayage X** qui opère des tronçonnages partiels verticaux sur l'axe de diamètre ; les **enveloppes X** qui suivent la trajectoire dessinée en se rapprochant peu à peu du profil de finition ; enfin les **enveloppes ZX** qui calculent pour chaque palier une trajectoire déportée par rapport au profil de finition. Les deux derniers modes font tourner les axes Z et X en même temps dans des mouvements obliques.

La **vitesse de plongée** et la **vitesse d'avance** correspondent respectivement au mouvement de pénétration dans la matière le long de l'axe X, et au mouvement latéral ou oblique le long du palier dessiné. L'option de **plongée hors matière**, valable pour les balayages Z, indique au logiciel que, pour attaquer la face latérale de la pièce côté contrepointe, il peut faire descendre l'outil au-delà

du brut puis revenir latéralement dans la pièce, ce qui évite la descente dans la matière. Attention aux collisions avec la poupée mobile.

Une fois que les paliers ont tous été exécutés, l'option d'**enveloppe finale d'ébauche** propose d'effectuer un parcours final suivant le profil de finition, donc en conservant juste la **couche finale** autour du profil dessiné, afin d'éliminer les escaliers créés par des passes latérales ou verticales.

2 - Finition :

L'épaisseur de matière restant à enlever par la passe de finition est indiquée par la valeur de **couche finale**, à régler dans les paramètres d'ébauche. Si vous ébauchez par balayages, l'effet d'escalier augmentera par endroits cette épaisseur, sauf si vous avez effectué une enveloppe finale.

Les paramètres pour la passe de finition sont succincts : vous devez soit choisir un outil utilisé dans le dessin, qui exécutera alors son cycle sur les tracés correspondants, soit ignorer les outils du dessin et choisir un outil unique qui fera tous les tracés. Cette dernière option ne convient évidemment pas si vous avez des chariotages à gauche et à droite, à moins de filtrer sur les objets sélectionnés. Par contre, si vous utilisez le même outil unique pour l'ébauche et la finition, les deux passes seront enchaînées de façon automatique, sans reprise d'origine.

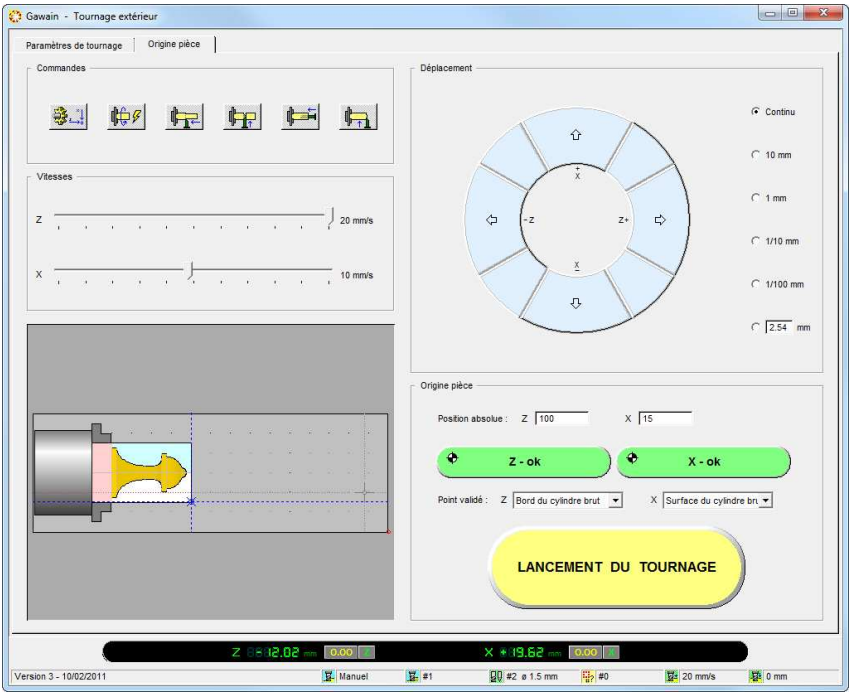
3 - Filetages :

Les filetages ne sont faisables que lorsque le profil dessiné est achevé, la passe de finition se chargeant de mettre à la cote la face extérieure du filetage (ou intérieure pour les filetages intérieurs). L'outil de profilage indiqué dans le dessin correspond à l'outil qui assurera cette mise à la cote.

Comme pour la passe de finition, vous pouvez soit choisir un outil assigné à un filetage dans le dessin, qui exécutera alors son cycle sur les filetages correspondants, soit ignorer les outils de filetage indiqués dans le dessin et choisir un outil unique qui fera tous les filetages. La vitesse de rotation pour chaque filetage peut être surchargée ici. La direction d'avance pour chaque filetage est donnée dans le dessin.

Prise d'origine pièce

Une fois la phase d'opération et ses paramètres réglés, l'onglet suivant de la fenêtre de tournage permet de régler l'origine pièce pour l'outil qui va démarrer son cycle. Dès la mise en place de cette fenêtre, Gawain ouvre le dialogue avec la commande numérique, avec éventuellement une course de référence pour recaler les axes.



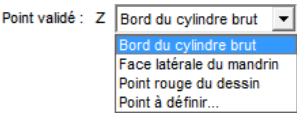
Le bouton circulaire multi-faces et les curseurs vous permettent de **déplacer les axes Z et X** de tournage à une vitesse donnée. Les flèches du clavier correspondent évidemment aux boutons, ainsi que le *joystick* si vous l'avez activé. Comme pour tous les modules de pilotage manuel de Galaad, il est possible d'appliquer un mode de déplacement continu ou par pas définissables. Si votre machine est dotée d'un 3ème axe Y vertical, deux petits boutons triangulaires vous permettront de régler la hauteur du chariot porte-outil, de façon à l'aligner sur l'axe de rotation. Reportez-vous aux chapitres *"Apprenons à usiner"* et *"Fonctions avancées de l'usinage"* pour plus d'informations sur les finesses du pilotage manuel.

Petite fonction supplémentaire, Gawain ajoute en bas de l'écran un bouton de remise à zéro avec passage en coordonnées relatives, et un bouton de retour aux coordonnées absolues. Ceci vous permet de marquer une position lors du pilotage manuel, afin de vous décaler d'une valeur précise par rapport à cette position. Les coordonnées relatives sont affichées en jaune (au lieu du vert).

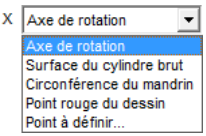
Le réglage d'une origine pièce en tournage est une opération plus compliquée qu'en fraisage. Là où le fraisage se contente d'un positionnement de référence XY, en général invariant lorsque la pièce est calée dans un posoir ou deux butées, plus une approche Z qui peut être assurée par un capteur d'outil, le tournage nécessite de revenir affleurer une position Z ou X à chaque changement d'outil, ces positions étant elles-mêmes sujettes à variation. L'art de tourner est un art de la reprise d'origine. De façon classique, l'opération consiste à faire **affleurer le bord de l'outil de coupe sur une position de référence de la pièce, et valider la position en indiquant au logiciel à quoi elle correspond**.

Pour l'axe Z (avance le long de la pièce), on pourra choisir de positionner la pointe sur le **bord droit du cylindre brut** côté contrepointe, sur la **face latérale du mandrin** (c'est-à-dire le fond de la pièce si celle-ci est bien calée), sur un **point marqué en rouge** dans le dessin, ou sur un **point à définir** par rapport à l'une des trois références précédentes. Une fois le bord latéral de l'outil positionné à l'origine choisie, cliquez sur le bouton

, qui fait "monter" les coordonnées de l'axe vers la position d'origine pièce. N'oubliez pas d'indiquer dans la liste combo sous le bouton vert quel point de référence vous venez de valider. Détail important : pour un outil à tronçonner ou à ébaucher à bout plat, vous devez impérativement affleurer son bord gauche, côté mandrin. C'est ce bord gauche qui sert de référence outil pour l'origine et le processus automatique.



Pour l'axe X (diamètre de pénétration dans la pièce), on pourra choisir d'affleurer l'**axe de rotation**, étant alors entendu que la pièce brute n'est pas encore montée, ou bien la **surface du cylindre brut**, à supposer que celle-ci soit parfaitement cylindrique et centrée sur l'axe de rotation, ce qui n'est pas toujours évident, ou bien la **circonférence du mandrin**, le diamètre de celui-ci donnant la position de l'axe de rotation, ou



bien un **point marqué en rouge** dans le dessin, ou encore un **point à définir** par rapport à l'une des références précédentes. Comme pour l'axe Z, une fois le bord actif de l'outil positionné à l'origine choisie, cliquez sur le bouton

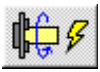
pour valider la coordonnée, sans oublier de choisir dans la liste combo sous le bouton vert quel point de référence vous avez ainsi validé.

Il va de soi que vous pouvez régler Z et X dans n'importe quel ordre. A noter que la dernière position utilisée reste mémorisée par rapport au bord gauche de la pièce côté mandrin et par rapport à l'axe de rotation, en tenant compte des dimensions de la pièce brute. Vous n'aurez donc à refaire la prise d'origine que si vous changez d'outil.

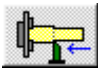
Commandes semi-automatiques

Avant de lancer le processus automatique, faisons un petit détour par les boutons de commandes en haut à gauche de la fenêtre.

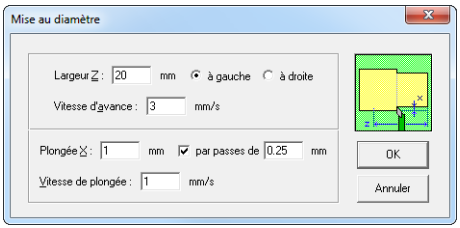
Le premier bouton correspond à la classique commande de **recalage du point zéro machine**, déjà vu en fraisage. Ceci suppose que votre tour fonctionne en coordonnées absolues à partir d'une position invariante définie par des contacts de fin de course.



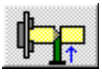
Le deuxième bouton lance ou arrête le **moteur du tour**. Si celui-ci est équipé d'un variateur asservi que vous aurez dûment paramétré, une fenêtre de contrôle vous permet de régler la vitesse de rotation (voir la section *"Commande de broche"* dans le chapitre *"Fonctions avancées de l'usinage"*).



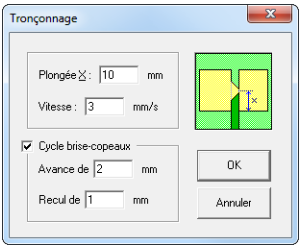
Le troisième bouton sert à effectuer une **mise au diamètre** de la pièce brute. Cette opération consiste à effectuer des passes latérales le long de l'axe Z, en enfonçant peu à peu l'outil dans la pièce par rapport à la position courante. Les paramètres indiqués ne font l'objet d'aucun contrôle de validité par

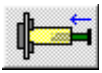

Mise au diamètre
Largeur Z : 20 mm à gauche à droite
Vitesse d'avance : 3 mm/s
Plongée X : 1 mm par passes de 0.25 mm
Vitesse de plongée : 1 mm/s
OK
Annuler

rapport à la pièce dessinée ou l'origine pièce précédemment validée. Il vous appartient de vérifier vos réglages avant de valider. Notez tout de même que, une fois lancé, vous pouvez arrêter ce processus avec la barre [Espace] du clavier.

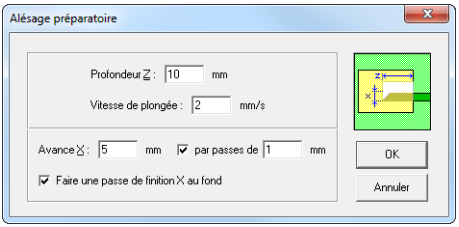


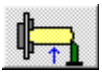
Le quatrième bouton permet de **tronçonner** la pièce à la position Z courante. Vous devez indiquer la profondeur X de pénétration, laquelle peut dépasser l'axe de rotation à vos risques et périls, ainsi que la vitesse d'enfoncement dans la matière. Il est possible d'effectuer un cycle brise-copeaux pour cette opération.



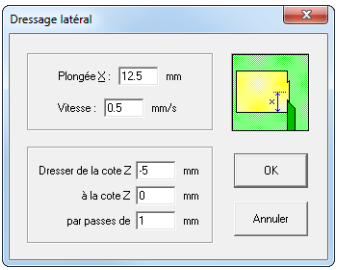


Le cinquième bouton offre la possibilité de faire un **alésage préparatoire** au bout de la pièce côté contrepointe, à partir de la position courante des axes. Vous devez monter un alésoir sur le chariot porte-outil, orienté vers le mandrin avec son bord d'attaque situé du bon côté par rapport au sens de rotation. Le logiciel pilotera un mouvement d'avance Z- vers le mandrin à la vitesse de plongée, et répétera le cycle jusqu'à ce que l'avance X soit atteinte, avec ou sans paliers. Il est possible de lisser d'éventuels escaliers apparus au fond du puits avec une passe de finition X.


Alésage préparatoire
Profondeur Z : 10 mm
Vitesse de plongée : 2 mm/s
Avance X : 5 mm
par passes de 1 mm
Faire une passe de finition X au fond
OK
Annuler



Le sixième et dernier bouton commande un **dressage latéral** depuis la position courante, opération somme toute assez voisine du tronçonnage mais permettant en plus un cycle répétitif. La valeur de plongée peut ou non atteindre l'axe de rotation, voire le dépasser, Gawain se contente d'aller à la position X indiquée. La plongée peut être répétée depuis une position de départ Z jusqu'à la position courante.



Lancement du processus

Une fois les paramètres de tournage réglés et l'origine pièce validée, il ne vous reste plus qu'à cliquer sur le bouton de lancement du tournage. La touche Entrée du clavier est équivalente. Un dernier message vient demander confirmation du lancement du processus. C'est le moment de mettre en marche votre moteur de tour s'il n'est pas asservi. La validation de ce message démarre aussitôt le processus.

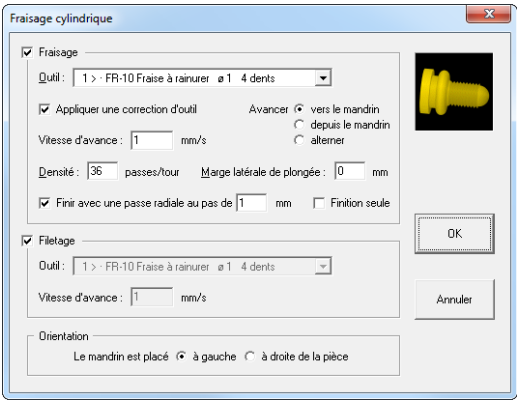
La trajectoire de l'outil correspond à sa pointe active. Pour le cas d'un outil de tronçonnage ou d'ébauche à bout plat, rappelons que la coordonnée est celle de son bord gauche, *a priori* côté mandrin, avec correction automatique du déport côté opposé. Le logiciel affiche dans ce cas un curseur large schématisant l'outil dans sa largeur.

Au final, et si tout s'est bien passé, un nouveau fou pour votre jeu d'échecs est à présent usiné. Ce sera sans doute plus compliqué pour les chevaux.

Tournage sur une fraiseuse 4 axes

Bien qu'étant dédié au seul tournage, Gawain donne accès aux paramètres de la fraiseuse. Si celle-ci est de type 4 axes avec un axe rotatif A, alors Gawain peut demander au module d'usinage de Galaad de lui rendre un petit service, à savoir exécuter l'usinage du profil dessiné par fraisage, grâce à la commande "Usinage / Fraisage cylindrique 4 axes". Ceci est la seule passerelle (à sens unique) entre tournage et fraisage.

Les paramètres spécifiques de ce fraisage cylindrique sont demandés dans une boîte de dialogue à l'ouverture du module d'usinage. En cas de nécessité, elle peut être rappelée avec un petit **double-clic sur la prévisualisation** en bas à gauche. Les paramètres ressemblent à ceux du tournage classique, en plus succincts puisque l'usinage va réutiliser les paramètres d'outillage et de passes qui valent pour les fraisages cylindriques lancés depuis le module de dessin Galaad. Les outils de tournage n'ayant rien à voir avec les outils de fraisage, le logiciel demande quel outil va être utilisé pour effectuer l'usinage. Cet outil sera généralement une fraise cylindrique à bout plat. **Gawain calculera automatiquement un déport latéral de correction pour respecter le profil dessiné.** L'usinage effectuera une succession de passes XZ (au sens fraisage de ces axes) avec rotation incrémentale de l'axe A, la marge latérale de plongée permettant de descendre hors matière côté contrepointe. Une passe de finition perpendiculaire pourra être ajoutée, usinant par tranches de rotation avec XZ immobiles.


Fraisage cylindrique
Fraisage
Outil : 1 > - FR-10 Fraise à rainurer ø1 4 dents
Appliquer une correction d'outil
Avancer vers le mandrin
depuis le mandrin
alterner
Vitesse d'avance : 1 mm/s
Densité : 36 passes/tour
Marge latérale de plongée : 0 mm
Finir avec une passe radiale au pas de 1 mm
Finition seule
Filetage
Outil : 1 > - FR-10 Fraise à rainurer ø1 4 dents
Vitesse d'avance : 1 mm/s
Orientation
Le mandrin est placé à gauche à droite de la pièce
OK
Annuler

Le filetage reste tout à fait possible en usinage 4 axes puisque l'angle d'indexation de l'axe rotatif est connu en permanence. Comme pour le tournage, le parcours de fraisage terminera son travail aux cotes du profil dessiné. Vous devrez alors monter un outil à pointe conique correspondant aux gorges du filet.

17

10001

"KYNON" PROGRAMMATION DE MOUVEMENTS

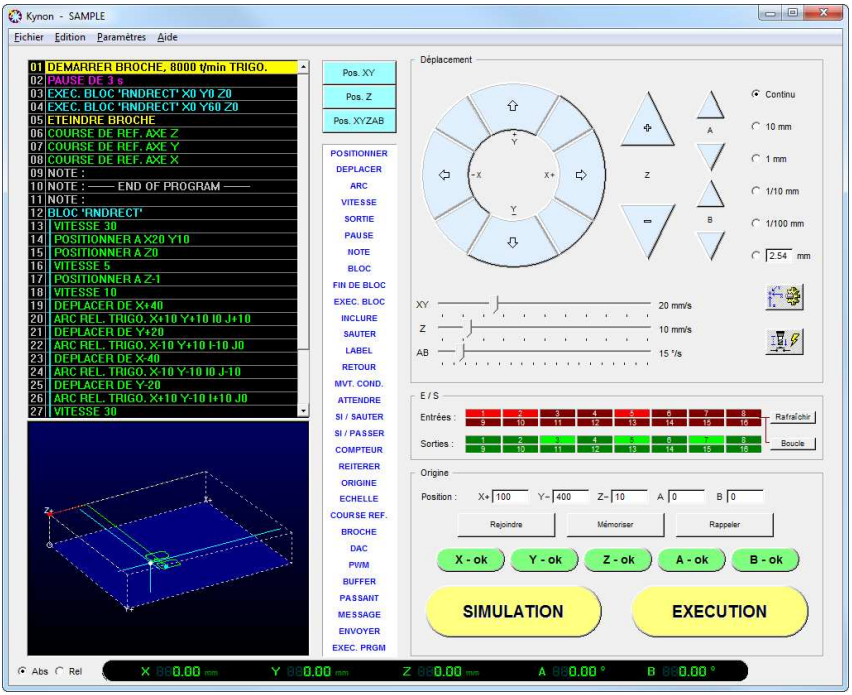
Automate de commande d'axe

Si le but principal du logiciel Galaad est de réaliser des opérations de fraisage - et accessoirement de tournage - la machine mise à contribution peut se résumer en une mécanique constituée d'axes motorisés et une électronique de commande. Nous avons donc à notre disposition des axes linéaires ou rotatifs, ainsi que des signaux d'entrée et de sortie, le tout sous le contrôle étroit mais néanmoins bienveillant de votre ordinateur. Celui-ci peut dès lors **piloter des mouvements, respecter des temporisations, réagir à des signaux et commuter des dispositifs connectés**, qu'ils soient électriques ou électromécaniques.

Par ailleurs, ceux qui se sont intéressés aux **entrées/sorties étendues** de Galaad, pour des applications spéciales comme la dépose de colle ou la gravure sur surface Z variable, ont pu constater que le logiciel acceptait de gérer des signaux externes et temporisations lors des processus d'usinage automatique. Dans ces cas particuliers, Galaad n'en reste pas moins à titre principal un logiciel de création et pilotage d'un parcours 2D ou 3D, la gestion de signaux électriques restant une fonction secondaire encadrée de façon assez stricte par la notion même de parcours à suivre. Il n'est pas possible de gérer tous les cas de figures avec le module principal de Galaad, notamment les sauts conditionnels, les séquences en boucle ou les messages interactifs pour l'opérateur. Même parsemé de contrôles externes, **le mouvement de Galaad reste un parcours graphique** avec un début, une fin et une séquence unique sans possibilité d'aiguillage dynamique.

Les machines cartésiennes destinées au fraisage restent souvent compatibles avec bien d'autres types d'applications peut-être plus exotiques comme la **manipulation automatique** ou, de façon plus générale, le mouvement en interaction avec la pièce. De plus, la séquence de travail d'une opération de manipulation ou assimilée n'est pas nécessairement représentable par un dessin de parcours, mais plutôt par une **suite d'opérations** à effectuer dans un ordre préétabli qui peut toutefois varier en cours de route. C'est à ces titres que le module Kynon a été ajouté à l'ensemble des fonctionnalités principales du logiciel Galaad, en rompant avec la prééminence du graphisme.

A noter que la **licence** standard Galaad donne accès à l'utilisation de Kynon ainsi qu'aux autres programmes annexes, et bien qu'il soit possible d'acquérir une licence restreinte pour l'utilisation de ce seul module.



Au lancement, le module Kynon affiche à l'écran la fenêtre ci-dessus. Pour les utilisateurs expérimentés de Galaad, la partie droite n'est pas une surprise. On y retrouve en effet les classiques boutons de **déplacement manuel**, avec les curseurs de vitesses et les sélections du mode de mouvement. Ceux qui se seront aventurés dans les méandres du pilotage manuel reconnaîtront en outre le tableau des états d'**entrées et sorties** binaires. Enfin, le bas de page offre les objets de contrôle classiques pour le réglage d'une **origine pièce**.

On ne va pas décrire ici toutes les fonctionnalités liées à cette partie droite de l'écran, déjà présentées avec force détails au cours des pages précédentes. Evitons de transformer trop d'arbres en papier. Les lecteurs de ce seul chapitre n'ayant pas encore l'expérience du pilotage manuel avec Galaad, probablement parce qu'ils ont acquis la seule licence Kynon, trouveront matière à fort utile réflexion après un petit saut en arrière en visitant dans l'ordre les sections précédentes suivantes (s'il est permis de le formuler ainsi) :

- Chapitre *"Fonctions avancées de l'usinage"*, section *"Déplacement des axes"*, qui vous renseignera sur la façon de faire **bouger manuellement les**

axes à vitesse donnée en mode continu ou pas-à-pas, à l'aide de la souris, du clavier ou d'un *joystick*, en insistant lourdement sur ce dernier.
- Chapitre *"Fonctions avancées de l'usinage"* toujours, cette fois dans la section *"Pilotage manuel"*, pour apprendre à **lire les entrées et commuter les sorties** à l'aide de la souris.
- Chapitre *"Apprenons à usiner"*, section *"Origine pièce"*, qui décrit fort logiquement la façon dont on peut **définir une origine pièce** pour un parcours automatique. On verra plus loin que Kynon peut se passer de cette origine s'il n'y a pas de pièce au sens classique.
- Chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"* enfin, même si l'appellation de "fraiseuse" peut perdre tout son sens avec le module Kynon dont la destination est généralement autre que le fraisage. Le menu de paramètres de Kynon parle d'ailleurs de "machine" en lieu et place.

La partie droite de l'écran est maintenant réputée connue et la machine correctement paramétrée, ce qui n'empêche nullement l'expérimentation. Au lancement, Kynon commence par ouvrir le dialogue avec la machine, avec éventuellement un recalage des axes par une course de référence. Ensuite, vous pouvez jouer avec les boutons. On rappelle tout de même, parce que ça devient prépondérant ici, que vous pouvez **activer/désactiver une sortie** en cliquant directement sur sa case verte avec la souris. Ceci vous permet d'observer les réactions plus ou moins attendues des périphériques que vous aurez connectés à votre machine. Pour les entrées, il n'y a pas de possibilité de lecture en temps réel, mais vous pouvez **afficher un état des entrées** en cliquant sur le bouton "Rafraîchir" à droite de l'écran, ou faire une **lecture cyclique** en activant le bouton "Boucle" (re-cliquez dessus pour le désactiver). Si vous avez connecté un périphérique qui produit un signal à surveiller, et souhaitez vérifier le numéro de l'entrée correspondante ou le bon fonctionnement du câblage, cette lecture cyclique vous sera sans doute très utile.

A noter que **Kynon peut gérer de 1 à 5 axes** selon les capacités de votre machine. De façon classique, les axes XYZ sont considérés comme linéaires cartésiens et les axes AB comme rotatifs parallèles à XY. Il se peut que vous disposiez d'une machine spéciale qui ne suit pas ce schéma, mais ceci ne devrait toutefois pas vous empêcher de travailler. Un paramétrage spécifique des facteurs de démultiplication de la machine vous permettra sans doute de contourner cette difficulté pour obtenir des coordonnées cohérentes avec la réalité, même si les unités doivent alors perdre leur sens.

Technique de programmation

La partie gauche de l'écran présente une zone supposée contenir la séquence d'instructions à exécuter, en un mot le programme, et au-dessous une visualisation du parcours, pour peu qu'il y en ait un et que la disposition des axes soit classique. Si ce n'est pas le cas, vous pouvez supprimer cette visualisation et en récupérer la place pour le programme, en désactivant la commande "Paramètres / Vue 3D".

Le corps d'un programme Kynon peut être affiché en Français ou en Anglais, en majuscules ou en minuscules, en couleurs ou monochrome. La commande "Paramètres / Langage" permet de faire le bon choix. On se permettra de présumer au cours des pages suivantes que le lecteur a choisi d'afficher les instructions en Français, tout en ajoutant l'équivalent en Anglais en italique et entre parenthèses pour éviter toute ambiguïté. Les opérateurs ayant déjà une pratique même très légère d'un langage de programmation de base n'auront aucune difficulté à saisir le fonctionnement de Kynon. Mais que les débutants soient tout aussi rassurés : l'apprentissage de cette programmation est on ne peut plus facile, proche du langage BASIC, le plus simple ayant été inventé et qui s'adresse surtout aux débutants, comme son nom l'indique *("Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code")*. Vous ne devriez donc pas rencontrer de grosses difficultés pour composer un programme Kynon, et ensuite… eh bien disons que c'est en forgeant qu'on devient forgeron.

En programmation séquentielle classique, et Kynon suit ce modèle pour l'essentiel, **la séquence démarre tout en haut et les instructions sont exécutées l'une après l'autre à mesure qu'on descend vers le bas**, jusqu'à ce que la dernière ligne du programme soit atteinte. Ce nonobstant, il existe des instructions qui permettent de rompre cette séquence en demandant à sauter des lignes ou à revenir en arrière. Kynon offre de plus la possibilité de définir des blocs de macro-instructions, par-dessus lesquels la séquence saute sans s'y intéresser, mais qui peuvent être appelés et rappelés à divers moments du processus. On reviendra là-dessus.

Un programme Kynon de base comprend donc un début, à la ligne n° 1, suivi d'une série plus ou moins longue d'opérations qui seront exécutées une par une jusqu'à la dernière ligne. Une fois cette dernière ligne exécutée à son tour, le processus est achevé. Il n'y a pas de limite au nombre de lignes.

Il existe quatre grandes familles d'instructions dans un programme Kynon, qui seront détaillées plus loin avec des exemples courants d'utilisation :

- Les commandes de **mouvement**, pour piloter un envoi à une position absolue ou un déplacement relatif d'un ou plusieurs axes simultanés, à une vitesse donnée. Des commandes d'arcs sont également disponibles, l'interpolation circulaire ne pouvant se faire que dans le plan XY. En marge de cette famille, on trouve les courses de référence, qui recalent la machine à son point zéro, ou les mouvements conditionnels, qui stoppent lorsqu'une entrée a changé d'état. Toutes les instructions de cette famille s'appliquent à des coordonnées et donc des positions sur les axes. Ces commandes sont **VITESSE** *(SPEED)*, **POSITIONNER** *(MOVE TO)*, **DEPLACER** *(MOVE REL)*, **ARC** *(ARC)*, **ARC REL** *(ARC REL)*, **COURSE REF.** *(HOME)*, **MVT. COND.** *(MOVE UNTIL)*, **ORIGINE** *(ORIGIN)*, **ECHELLE** *(SCALE)* et **PASSANT** *(PASSING)*.

- Les commandes de **commutation et temporisation**, qui font basculer une sortie d'un état logique à l'autre ou qui font une pause dans l'exécution du programme. Contrairement à Galaad qui offre une gestion de sorties multiples simultanées, il n'est pas possible de commuter un bloc de sorties en une seule commande. Vous devez préciser une séquence, même si le délai entre chaque instruction est limité au temps de communication avec la machine, en général très bref. Ces commandes sont **SORTIE** *(OUTPUT)*, **DAC** *(DAC)*, **PWM** *(PWM)*, **BROCHE** *(SPINDLE)*, **PAUSE** *(PAUSE)* et **ATTENDRE** *(WAIT UNTIL)*.

- Les commandes de **branchement** fixe ou conditionnel, qui rompent le déroulement linéaire du processus en forçant des sauts de lignes impératifs ou soumis à condition, vers l'avant ou vers l'arrière. Ces commandes sont **SAUTER A** *(GOTO)*, **DETOUR PAR** *(GOSUB)*, **LABEL** *(LABEL)*, **RETOUR** *(RETURN)*, **SI / SAUTER** *(IF / GOTO)*, **SI / PASSER** *(IF / SKIP)*, **COMPTEUR** *(COUNTER)*, **BLOC** *(BLOCK)*, **FIN DE BLOC** *(END BLOCK)*, **EXEC. BLOCK** *(EXEC BLOCK)*, **INCLURE** *(INCLUDE)* et **REITERER** *(REITERATE)*.

- Les commandes de **gestion** du programme, qui permettent d'ajouter une ligne neutre de commentaires, modifient son mode d'exécution dans la machine, s'interfacent avec l'utilisateur ou font appel à d'autres logiciels. Ces commandes sont **NOTE** *(REM)*, **BUFFER** *(BUFFER)*, **MESSAGE** *(MESSAGE)*, **ENVOYER** *(SEND)* et **EXEC. PRGM** *(RUN)*.

L'éditeur de programme Kynon est passif : contrairement à un classique éditeur de texte, **vous ne tapez pas vous-même les instructions du langage**. La liste des commandes disponibles est affichée dans la colonne centrale du logiciel, et il vous suffit de cliquer sur l'une d'elles pour faire jaillir une boîte de dialogue donnant accès aux paramètres y afférents. Ceci devrait éviter au moins les erreurs de syntaxe, un peu trop courantes en programmation sur un classique éditeur de texte.

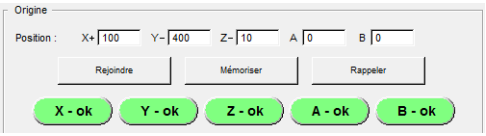
Lorsque la ligne active (affichée en couleurs négatives) est vide, le fait de cliquer et valider une instruction l'ajoutera à cet endroit du programme, en décalant les suivantes vers le bas. Si la ligne contient déjà une instruction, de deux choses l'une : soit l'instruction sur laquelle vous avez cliqué est identique à celle déjà existante, et dans ce cas ce sera une simple modification de ses paramètres (il est d'ailleurs plus simple de double-cliquer directement sur la ligne en question) ; soit l'instruction n'est pas identique et dans ce cas celle que vous avez sollicitée viendra s'insérer juste avant, en repoussant l'existante vers le bas. Conséquence immédiate, si vous voulez insérer une instruction identique à celle déjà active, vous devez au préalable **insérer une ligne vide** à l'aide de la touche Inser (insertion) du clavier. A contrario, vous pouvez **supprimer la ligne active**, qu'elle soit occupée ou vide, avec la touche Suppr (suppression, ou *Delete* en Anglais). Toutes les lignes suivantes remontent aussitôt d'un échelon.

Attention, lorsque vous programmez avec Kynon, **vous êtes toujours en mode pilotage manuel**. Les flèches de déplacement au clavier, ainsi que les touches ⇟ / ⇞ (PgUp / PgDn) ou ↖ / Fin (Home / End) ne déplacent pas la ligne active mais font bouger les axes. Pour déplacer la ligne active dans le programme, la manipulation se fait **exclusivement à la souris**. Le corps du programme offre donc assez peu d'interactivité, mais il ne s'agit pas d'un développement classique avec retouches nombreuses. Un programme Kynon est en général assez bref, sauf si vous avez l'imagination fertile. Sa création ressemble plus à un apprentissage ligne par ligne en relation avec le pilotage manuel, comme on le verra plus loin.

Commandes de mouvement

La commande principale de cette famille est l'instruction **POSITIONNER** *(MOVE TO)*, qui déplace les axes jusqu'à la position indiquée. Cette instruction sera généralement précédée d'une instruction **VITESSE** *(SPEED)*, qui définit la vélocité du mouvement. L'instruction **POSITIONNER** *(MOVE TO)* ne réclame pas les coordonnées de tous les axes ; un seul suffit pour définir un mouvement. Evidemment, si la position à rejoindre est identique à la position courante, il ne se passe rien, ce qui reste préférable à un accident de parcours.

Très important : **les coordonnées de position sont toujours *relatives* au point origine du parcours.** Si votre application n'a pas besoin d'origine et se satisfait d'une simple origine machine absolue, il suffit de mettre la valeur 0 dans toutes les cases de position de l'origine. Dans ce cas, le point zéro machine (course de référence) fera office d'origine pour le parcours. Vous avez à titre exceptionnel le droit d'indiquer une **origine négative**. Kynon est un peu plus permissif que Galaad de ce côté, en espérant que votre machine l'est aussi.



Si vous avez entré une suite de commandes de mouvement qui définissent un schéma correct mais dont la position globale est fausse, pas de panique : inutile de songer à tout recommencer, vous pouvez décaler un ensemble de lignes à l'aide de la commande "Fichier / Décaler". Les macro-fonctions de blocs peuvent aussi s'avérer utile dans ce cas (voir plus loin).

Le problème de coordonnées ne se pose certes pas avec l'instruction **DEPLACER** *(MOVE REL)*, qui n'utilise que des valeurs relatives. La séquence est identique, mais l'origine n'a alors plus aucune importance puisqu'il s'agit de déplacements par rapport au point précédent. N'oubliez tout de même pas que Kynon surveille la position à atteindre et s'arrêtera si vous tentez de sortir au-delà de l'extrémité d'un axe linéaire, du moins si votre machine travaille en coordonnées absolues avec point zéro.

Les instructions **ARC** et **ARC REL** font décrire sur le plan XY un arc de cercle partant de la position courante vers un point d'arrivée X Y autour d'un centre I J. Tout ce petit monde en coordonnées absolues (par rapport au point origine du parcours, s'entend) ou relatives selon la commande utilisée.

L'instruction **VITESSE** *(SPEED)* définit comme vous l'avez deviné la vitesse de déplacement des **axes linéaires** sur le parcours (et non la vitesse de l'axe majeur, celui qui porte le plus long mouvement). Si vous mettez un axe rotatif A ou B à contribution, la vitesse reste applicable au mouvement des axes XYZ qui accompagnent ce mouvement, l'axe A ou B se synchronisant dessus. Si l'axe rotatif est seul à tourner, la vitesse devient alors une **vitesse tangentielle** autour de l'axe de rotation, sauf si vous avez spécifié une **vitesse angulaire fixe** en °/s au préalable. Elle s'accélérera donc en se rapprochant du centre. Pour un axe A, le rayon de l'arc est la distance YZ du point courant au point origine ; pour un axe B la distance XZ. Si vous demandez une rotation de l'axe A ou B alors que la position courante YZ ou XZ est (0,0), Kynon ne se permettra pas de diviser par zéro et la vitesse sera donc la vitesse maximale autorisée par la commande numérique. Ce cas de figure ne devrait pas se poser dans un monde civilisé.

La commande **MVT. COND.** *(MOVE UNTIL)* déclenche un mouvement jusqu'à une position donnée, mouvement **interrompu si une entrée change d'état**. Kynon remet immédiatement à jour ses registres de position, mais il vous appartient ensuite de traiter la séquence qui suit avec des mouvements absolus ou relatifs selon votre application.

L'instruction **COURSE REF.** *(HOME)* permet de demander le **recalage d'un axe** sur le zéro machine. Chaque axe est pilotable de façon individuelle. En général, on commence par remonter l'axe Z pour éviter les ennuis.

La position de **l'origine du parcours peut être modifiée en cours de route** à l'aide de l'instruction **ORIGINE** *(ORIGIN)* qui permet de repositionner toutes les coordonnées suivantes. "Suivantes" signifie "exécutées ensuite" et non pas forcément plus bas dans le programme, pour peu que celui-ci contienne des instructions de saut. De même, il est possible de modifier pendant l'exécution le facteur d'échelle avec la commande **ECHELLE** *(SCALE)*.

Enfin, l'instruction **PASSANT** *(PASSING)* permet, avec certains modèles de commandes numériques, d'enchaîner les vecteurs sans rampes d'accélération et de décélération. Ce mode suppose bien évidemment l'emploi de la commande **BUFFER** (voir plus loin) pour qu'il n'y ait pas de délai de transmission entre les vecteurs, ce qui couperait le bénéfice de l'enchaînement. Si votre machine ne peut pas exécuter cette instruction de mode passant, elle sera tout simplement ignorée.

❑ Commandes de commutation et temporisation

Outre les mouvements, Kynon peut piloter des sorties et surveiller des entrées. La commande principale de ce groupe est l'instruction **SORTIE** *(OUTPUT)* qui permet de mettre une sortie donnée dans son état haut (activer) ou bas (désactiver), l'état par défaut étant généralement inactif. Il vous appartient de connecter en conséquence les périphériques que vous comptez mettre à contribution dans votre application.

A noter qu'à la différence de Galaad, il n'est pas possible dans Kynon de spécifier un numéro de sortie multiple à commuter en rafale. Vous devez donner la séquence de commutation ligne par ligne.

L'instruction **DAC** règle la valeur de la **sortie analogique** n° 1 de la commande numérique, si celle-ci en est pourvue. La résolution est de 8 bits, ce qui autorise des valeurs entre 0 et 255 quel que soit le convertisseur utilisé. Dans la même veine, l'instruction **PWM** règle la fréquence du signal PWM de la machine, toujours si celle-ci en est pourvue, ainsi que la largeur de pulse. Ces commandes peuvent servir à piloter un dispositif analogique comme un régime de rotation ou de débit.

Bien que le but de Kynon ne soit pas l'usinage à proprement parler, la commande de **BROCHE** *(SPINDLE)* reste accessible, avec les mêmes possibilités d'appels externes ou de réglages de régime que dans Galaad. L'instruction comprend donc des valeurs de vitesse de rotation et de direction qui peuvent n'être pas applicable à votre machine selon son type.

La commande de **PAUSE** sert à interrompre le processus pendant un laps de temps donné. L'unité est la seconde de temps et il est possible d'utiliser une valeur à virgule. En exécution directe, la granulosité est de $1/64^{ème}$ de seconde (*timer* de base de Windows) sans compter les temps de communication. En mode *buffer*, cela dépend de votre commande numérique.

Enfin, l'instruction **ATTENDRE** *(WAIT UNTIL)* permet d'interrompre le processus soit jusqu'à ce qu'une **entrée** change d'état (avec un délai d'attente maximal), soit jusqu'à ce que l'opérateur réagisse au **clavier**. Dans ce dernier cas, aucun message n'apparaît à l'écran, mais l'instruction en cours se met à clignoter pour inviter l'utilisateur à appuyer sur une touche du clavier.

Commandes de branchement

Dans toute séquence programmable qui se respecte, il doit être possible de rompre la linéarité du processus et sauter des étapes de façon impérative ou sous certaines conditions. Kynon offre bien sûr cette possibilité avec ses instructions de branchement.

Pour commencer, il est préférable d'utiliser l'instruction **LABEL** pour **définir un point de saut du programme**. Kynon n'en accepte pas moins de sauter directement à une ligne dont le numéro est connu, et pousse même la courtoisie jusqu'à décaler le numéro gagnant lorsque de nouvelles instructions sont insérées au-dessus de cette ligne, mais le fait d'utiliser un label quelconque, outre la facilité de relecture du programme, permet de s'affranchir de toutes ces contingences de numérotation. Vous définissez un label, c'est à dire un nom de ligne, et vous pourrez ensuite demander à saut jusqu'à cette ligne sans plus vous préoccuper des variations de son numéro. Il est bien évident que **la ligne qui porte le label est neutre**, c'est à dire qu'à l'exécution, Kynon passe dessus sans rien faire ; elle ne lui sert que de simple point de chute.

Les instructions de saut sont soit **impératives**, c'est à dire que Kynon exécute le saut sans réfléchir, soit **conditionnelles**, ce qui peut devenir plus intéressant. Les deux instructions de saut impératif sont **SAUTER A** *(GOTO)* et **DETOUR PAR** *(GOSUB)*, sans doute bien connues des adeptes du langage BASIC. La première effectue un **saut définitif**, aller simple, alors que la seconde effectue un **saut temporaire** jusqu'à rencontrer une instruction **RETOUR** *(RETURN)*, ce qui permet de définir des allers-retours vers des sections spécifiques du programme, surtout en mode conditionnel.

Les instructions de saut conditionnel sont de la même façon **SI / SAUTER** *(IF / GOTO)* et **SI / DETOUR PAR** *(IF / GOSUB)*. Les conditions sont soit le **basculement d'une entrée** d'un état à un autre, haut ou bas, soit un **compteur de boucle** (voir plus loin) qui passe une valeur donnée, soit une instruction à exécuter par la commande numérique qui dépasse un **laps de temps imparti**, soit enfin un **message à l'opérateur** qui est acquitté par "oui" ou "non".

Petite variante, l'instruction **SI / PASSER** *(IF / SKIP)* permet de gérer des **sauts conditionnels** selon l'état d'une entrée, mais contrairement aux autres cette instruction peut être stockée dans la mémoire locale de certaines commandes numériques, notamment les anciennes Isel C-10, C-142 et i-MC. Le

nombre de lignes à sauter peut être négatif (saut en arrière), positif (saut en avant), ou nul (boucle d'attente conditionnelle).

Kynon peut gérer des compteurs numérotés, par exemple pour les boucles répétitives créées avec l'instruction **SAUTER A** *(GOTO)*. Il suffit d'insérer dans le programme, de préférence avant l'entrée dans la boucle, un **COMPTEUR** *(COUNTER)* qui sera initialisé à une valeur donnée, pas forcément zéro. Ensuite, dans la boucle, il suffit d'ajouter une commande d'incrémentation ou de décrémentation de ce compteur, par exemple "Compteur n° 3 + 1" qui veut dire que la valeur stockée dans le compteur n° 3 sera augmentée de 1 à chaque passage. Cette instruction précédera vraisemblablement une commande de saut conditionnel si la valeur stockée dans le compteur a dépassé un certain seuil. Dans ce cas, le programme aura exécuté N fois la boucle avant de passer, ou plutôt de sauter, à la suite.

Dans cette même veine, la commande **REITERER** *(REITERATE)* sert à **répéter plusieurs fois** les N dernières lignes du programme. Cela ressemble assez à une boucle avec compteur, mais cette instruction offre l'avantage de pouvoir être stockée dans la mémoire locale de certaines commandes numériques (toujours Isel C-10, C-142 et i-MC). Elle perd de son utilité si vous n'avez pas une telle machine.

❑ Macro-commandes

Pour faciliter les répétitions et contribuer à la modularité des programmes, il est possible avec Kynon de définir des **blocs de programme**, qui seront appelés par une autre partie du programme. Par exemple, vous définissez une procédure quelconque contenant des mouvements, des commandes de sorties, *etc.*, procédure que vous voulez **réutiliser** sans la modifier et sans avoir recours à un jeu compliqué d'instructions de saut.

Kynon vous propose de définir une séquence de commandes qui commence par une instruction d'en-tête **BLOC** *(BLOCK)* assortie d'un nom pour ce bloc, et se termine par **FIN DE BLOC** *(END BLOCK)*. Lorsque l'exécution arrive sur la ligne d'en-tête de bloc, elle **saute directement à la fin du bloc** sans en suivre le contenu. Le bloc est vu comme un ensemble neutre lors de l'exécution, ce qui fait que vous pouvez le placer n'importe où dans le programme, avant ou après un appel à ce bloc. Pour exécuter le contenu du bloc, il est

nécessaire de l'appeler à l'aide d'une commande **EXEC. BLOCK** à laquelle, et c'est là que ça devient intéressant, vous pouvez **associer un décalage de coordonnées**.

Par exemple, vous définissez une série de mouvements XY qui dessinent un rectangle avec coins arrondis, à l'aide des instructions de déplacement et d'arc, rectangle dont le point de départ est à la position (0,0). Tous ces mouvements sont groupés à l'intérieur d'un bloc qu'on va appeler par exemple RECTROND. A partir de là, **RECTROND** devient une instruction comme les autres, que vous pouvez insérer dans votre code, en lui donnant des coordonnées XYZAB à votre convenance. Si vous mettez quelque part dans le programme l'instruction **RECTROND X10 Y20 Z30**, Kynon va exécuter le contenu du bloc RECTROND en décalant ses coordonnées de (10,20,30), c'est à dire en ajoutant ces valeurs à ses coordonnées internes. Il va de soi que l'intérêt de la chose est de pouvoir appeler plusieurs fois **RECTROND** en lui donnant des coordonnées différentes. Mais cela peut aussi tout simplement servir à faciliter la lecture du programme. A noter que les arguments de position XYZ *etc.* sont facultatifs, tous ou partie. Si vous n'en précisez pas, les coordonnées à l'exécution du bloc seront les coordonnées des instructions présentes dans le bloc, sans aucun décalage.

Pour clore la question des blocs, il est utile de préciser qu'**un bloc peut contenir un appel interne à un autre bloc** et ainsi de suite pour définir des macro-blocs de plus en plus élaborés. De même, un bloc peut s'appeler lui-même, mais il est préférable de l'éviter, à moins de mettre dedans une instruction de saut conditionnel déroutant vers la dernière ligne du bloc, pour ne pas faire une boucle récursive infinie (en fait, Kynon n'autorise que 256 niveaux d'appels successifs, et de même pour l'instruction **SI / DETOUR PAR** *(IF / GOSUB)*, ce qui laisse tout de même une petite marge de manœuvre).

Enfin, l'instruction **INCLURE** *(INCLUDE)* vous permet de faire **appel à un fichier externe** qui peut être un autre programme Kynon - façon de définir un super-bloc - ou bien un fichier de parcours vectoriel 2D ou 3D. De la même façon, un **décalage de coordonnées** est applicable à ce fichier pour le positionner à sa guise. Ceci peut être intéressant pour intégrer un parcours sans avoir à en coder la séquence de mouvements.

Commandes de gestion du programme

Quelques instructions annexes moins facilement classables permettent de superviser diverses manœuvres du processus, ci-après et pêle-mêle :

L'instruction **NOTE** *(REM)*, connue des programmeurs bien élevés, donne à ceux-ci de quoi ajouter dans la séquence un **commentaire** à l'intention des lecteurs de cette indigeste prose. Bien entendu, cette instruction est neutre et n'a donc aucun effet à l'exécution.

Par contre, un message peut être envoyé à l'opérateur pendant le processus, à l'aide de l'instruction **MESSAGE** qui affiche le texte associé dans une fenêtre de message, avec possibilité de l'acquitter avec la touche clavier Entrée (ou clic sur "Ok") ou bien d'arrêter le processus avec Echap (ou clic sur "Annuler"). Tant que l'opérateur n'a pas acquitté le message correspondant, **le processus est suspendu**.

Sur certaines commandes numériques, il est possible d'**envoyer les instructions dans la mémoire locale avec exécution différée**, soit que la machine commence à exécuter les instructions alors même qu'elle reçoit les suivantes (buffer circulaire ou *ring-buffer*), soit que la machine reçoit d'abord les instructions sans rien faire puis les exécute (buffer linéaire). Ceci dépend de la machine que vous utilisez. Kynon propose dans ses menus un mode "Télé-chargement" qui met à contribution le buffer linéaire s'il existe. Mais ceci n'empêche pas de piloter ce mode buffer à l'intérieur du programme. L'avantage est de pouvoir **gérer localement** certaines séquences, comme par exemple les mouvements enchaînés en mode passant (voir plus haut).

Etant donné que certaines commandes numériques peuvent avoir des instructions ignorées de Kynon, il vous reste la possibilité de le gérer vous-même grâce à la commande **ENVOYER** *(SEND)* qui se contentera d'adresser le télégramme correspondant sur le port de communication, sans chercher à comprendre son contenu. Kynon ajoutera tout de même les codes encadrant le télégramme selon le protocole de dialogue avec la machine.

Enfin, vous pouvez lancer un **logiciel externe** Windows ou DOS avec la commande **EXEC. PRGM** *(RUN)* qui démarrera ce logiciel et soit passera immédiatement à la suite, soit attendra poliment qu'il soit terminé pour continuer le processus.

Apprentissage par pilotage manuel

L'intérêt d'un module comme Kynon réside surtout dans le fait que vous pouvez piloter de façon directe les fonctions principales de la machine (mouvements linéaires ou rotatifs, commutations de sorties, surveillance des entrées) pour construire pas à pas un parcours programmé. La manœuvre ressemble donc au système de digitalisation manuelle de Galaad, sauf que vous avez ici accès aux commandes annexes de la machine, et que cinq axes sont accessibles ici. D'autre part, le point origine est important ici.

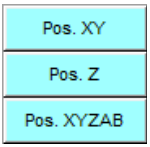
Deux cas de figure peuvent se présenter selon votre application : soit votre machine travaille sur une pièce ou un volume restreint positionné quelque part dans l'espace disponible (opérations sur pièces), soit elle travaille dans un espace global sans se servir d'un point de référence local (manipulations de type *pick & place*).

Dans le premier cas, il est impératif de **commencer par définir ce point origine** du parcours programmé. De façon classique, il suffit de déplacer les axes vers sa position et de valider à l'aide des boutons verts "XYZ… - Ok". A partir de là, les coordonnées indiquées dans le programme pour les mouvements absolus **POSITIONNER** *(MOVE TO)*, **ARC**, **MVT. COND.** *(MOVE UNTIL)*, ainsi que les appels à des macro-blocs programmés ou des fichiers externes à **INCLURE** *(INCLUDE)*, sont considérées comme relatives à ce point origine du parcours. C'est à dire qu'**une position (0,0,0,…) correspondra au point origine**, lequel peut être ensuite réajusté sans avoir à décaler les coordonnées programmées. Si vous avez sauté cette étape et commencé à encoder les mouvements, il suffit de positionner ou repositionner cette origine (il n'est pas trop tard) et appeler la fonction "Fichier / Décaler" pour modifier en bloc les coordonnées, la valeur de décalage pour chaque axe étant bien évidemment la position de la nouvelle origine moins la position de l'ancienne.

Dans le second cas (absence de point de référence du parcours), il est nécessaire de **valider comme origine du parcours le point (0,0,0,…)**. La programmation des mouvements se fera alors en coordonnées absolues depuis le **point zéro machine**, lequel est calé par la course de référence. Si vous observez une dérive dans le temps, ce qui ne devrait jamais arriver, ou bien avez besoin d'ajuster globalement les coordonnées, vous pouvez alors indiquer un point origine du parcours autre que (0,0,0,…) ou bien décaler tout le programme à l'aide de la fonction "Fichier / Décaler".

Les instructions de déplacement relatif **DEPLACER** *(MOVE REL)* et **ARC REL** ne sont évidemment pas concernées par ces considérations sur le point origine du parcours.

L'apprentissage d'un parcours peut se faire de façon très simple, une fois le point origine validé. Il vous suffit de déplacer les axes directement vers la position souhaitée, à l'aide des boutons de pilotage manuel, puis de **cliquer sur les boutons bleus** en haut au centre de la fenêtre Kynon.



Par exemple, vous déplacez les trois axes XYZ à une position donnée, à rejoindre en deux étapes, puis cliquez successivement sur "Pos XY" puis "Pos Z" : le programme enregistrera un déplacement vers la position XY, puis un déplacement Z. Ces boutons insèrent les instructions correspondantes à la ligne active du programme.

Important : n'oubliez pas que **le module Galaad permet d'exporter des parcours dessinés vers le format programme de Kynon**. Ceci peut vous aider à réaliser des trajectoires sur une base graphique.

Enfin, vous pouvez activer/désactiver les sorties sous contrôle en cliquant sur leurs cases numérotées, et utiliser les boutons "Rafraîchir" ou "Boucle" (rafraîchissement cyclique) pour vérifier les changements d'état des entrées.

❑ Boutons personnalisés

En plus des sorties numérotées, il est possible de **définir des boutons correspondant à vos appareils périphériques**. Ces boutons seront affichés en bas à gauche de la fenêtre Kynon. La fonction "Paramètres / Boutons utilisateur" ouvre une boîte de dialogue dans laquelle vous pouvez donner un titre à un bouton, ainsi que des couleurs de texte et de fond pour chaque état actif/inactif. Le fait de cliquer sur un bouton activera ou désactivera une ou plusieurs sorties à définir de façon classique, ou bien fera un appel système pour lancer un programme externe.

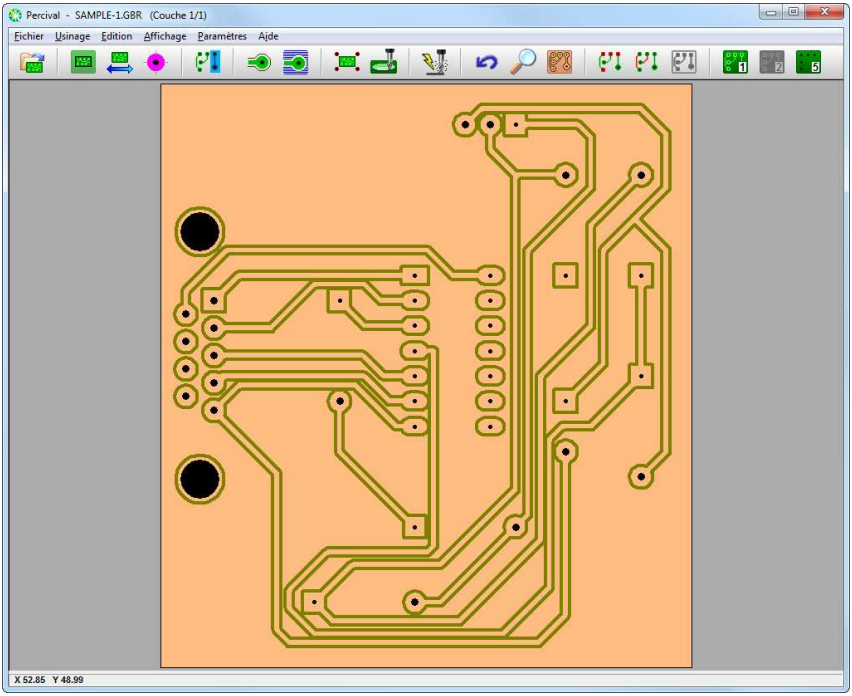
18

10010

"PERCIVAL" GRAVURE DE CIRCUITS IMPRIMES

Présentation générale

Le module Percival permet aux utilisateurs d'une fraiseuse à commande numérique de transformer des fichiers **Gerber** ou **Excellon**, issus d'un logiciel de CAO électronique, en un parcours d'outil de perçage et de gravure pour isoler les pistes. Ce module de prototypage de circuits imprimés est complètement intégré dans Galaad avec lequel il partage les paramètres d'outillage et les paramètres de la machine. En outre, et toujours dans la philosophie Galaad, il peut appeler directement le module d'usinage sans nécessiter la manipulation de fichiers FAO intermédiaires.



Percival n'est pas un logiciel de routage électronique, ni même un logiciel de conception de circuits. Ses fonctionnalités sont peu nombreuses comparé à Galaad ; il ne propose aucune fonction de dessin, et ne s'occupe par conséquent que d'un travail de préparation des trajectoires de gravure (par "gravure anglaise") et perçage à partir d'un circuit existant.

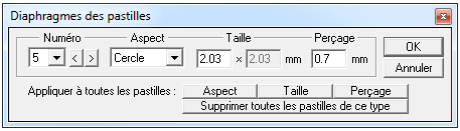
Fichiers Gerber

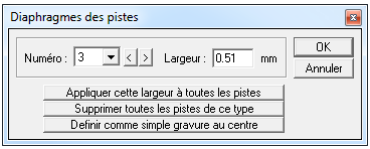
Le standard d'échange de données en matière de CAO électronique est le format GBR (ou GRB, ou beaucoup d'autres extensions possibles), destiné aux photoplotters Gerber Scientific Intruments. La photogravure des circuits par insolation induit des spécificités qui se retrouvent dans le format. L'insolation est réalisée par une tête optique qui focalise le faisceau sur le circuit après passage par un diaphragme, aux endroits où le cuivre doit être préservé. Les diaphragmes ont généralement une taille et une forme prédéfinies, la forme la plus simple étant le disque circulaire de base. Si les pastilles peuvent avoir des formes plus exotiques, les pistes seront insolées en déplaçant un diaphragme circulaire de diamètre donné le long du parcours de liaison.

Un fichier Gerber RS274-D (format classique) contient donc des **numéros de diaphragmes** qui sont soit prédéfinis dans le magasin optique du photoplotter, soit référencés dans le fichier même ou dans un fichier-librairie annexe. Les instructions d'insolation sont très simples : la tête de flashage peut être **déplacée, diaphragme fermé,** vers une position XY donnée (liaison sans insolation), ou bien avec le **diaphragme ouvert** (piste insolée), ou encore être positionnée et le **diaphragme ouvert puis fermé** pour insoler un point fixe (pastille). Ce qui nous fait trois instructions de positionnement, accompagnées du numéro du diaphragme mis à contribution.

Un format plus élaboré mais conservant la compatibilité avec l'existant a ensuite été défini, sous l'appellation Gerber RS274-X ou Gerber-étendu. Ce format plus récent conserve les mêmes instructions d'insolation, mais il propose en plus des **indications géométriques sur les diaphragmes utilisés**, et même parfois sur les perçages. De fait, un fichier Gerber RS274-X se suffit à lui-même. Il va de soi que Percival récupère ces informations quand elles sont disponibles. Si votre logiciel de CAO électronique propose un export au format Gerber RS274-X, c'est celui-là qu'il faut utiliser.

Dans le cas d'un fichier Gerber classique RS274-D, aucune information relative aux diaphragmes n'étant accessible, il vous appartiendra de redéfinir la géométrie de ces diaphragmes après ouverture des fichiers, c'est à dire indiquer pour les pastilles l'**aspect** et la **taille** du diaphragme, ainsi que le diamètre de **perçage** si nécessaire, et pour les pistes le diamètre du diaphragme, c'est à dire la **largeur** des pistes. Ceci pour chaque diaphragme référencé dans le fichier ouvert.





Percival conserve vos indications pour le fichier suivant, ce qui fait qu'il n'est pas nécessaire de redéfinir les diaphragmes de pastilles et pistes si votre logiciel de CAO électronique utilise toujours les mêmes références. Bien entendu, ce travail est sans objet dans le cas d'un fichier Gerber RS274-X dont les indications sont reprises et immédiatement appliquées. Ceci étant, si un diaphragme utilisé dans le fichier n'a pas été référencé, Percival affichera une boîte de dialogue sitôt le fichier importé, pour vous permettre de compléter la ou les références manquantes. A partir d'un fichier Gerber étendu, il est donc possible de retrouver la forme et la taille des pistes et pastilles, mais aussi les diamètres de perçage bien que cette information optionnelle soit rarement présente dans les fichiers, puisque ceux-ci sont destinés à une machine à insoler et non à percer.

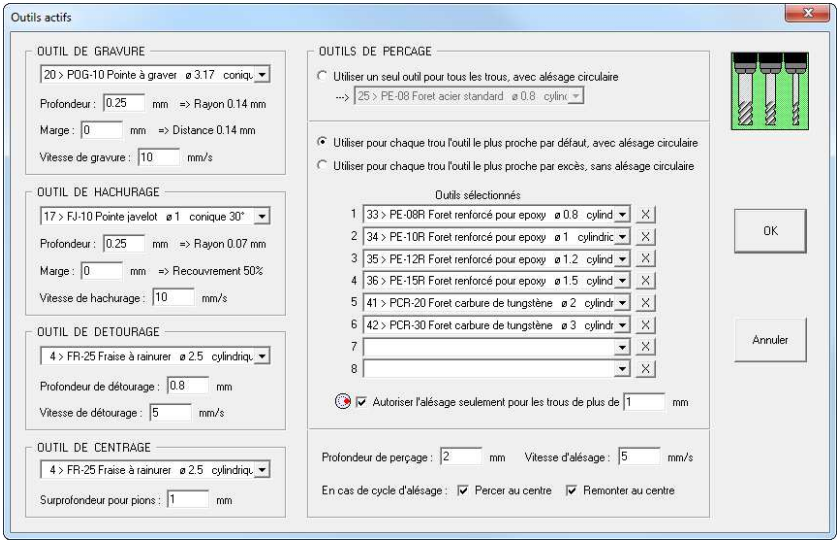
❑ Fichiers Excellon

L'autre type de fichier utilisable concerne le **perçage des pastilles** d'un circuit, format élaboré pour les perceuses Excellon Automation. Comme pour les fichiers Gerber, les fichiers Excellon contiennent des coordonnées XY de perçage et des numéros d'outils dont le diamètre correspond au trou. Ces fichiers EXL (ou DRL) ne contiennent hélas pas toujours les diamètres de perçage, qu'il faut alors aller chercher dans d'autres fichiers annexes non normalisés, ou bien définir manuellement après ouverture. **Un fichier Excellon ne vous permet pas de restituer un circuit imprimé, mais seulement de le percer.**

Il existe des variantes du format Excellon, en coordonnées réelles (les valeurs numériques XY sont formatées et indiquées en clair), ou en coordonnées sans zéros de remplissage à droite, ce qui peut induire des erreurs de position si le fichier n'est pas doté d'un en-tête précisant le type de cadrage numérique. Pour pallier ce problème, Percival propose deux formats sous des formes distinctes, ce qui permet de s'affranchir du modèle de représentation numérique. Si votre fichier ouvert dans un format semble erroné, reprenez-le avec l'autre et cela devrait bien se passer.

❑ Outillage

La première chose à faire après l'installation du logiciel est de définir les outils qui seront mis à contribution pour graver, détourer et percer les circuits. La bibliothèque d'outils est partagée avec le module de dessin Galaad. Elle est accessible depuis Percival par la commande "Paramètres / Bibliothèque d'outils" (voyez le chapitre *"Trajectoires d'outils"*, section *"Paramètres d'outils"*). Ceci permet de définir tous les outils disponibles mais, pour indiquer lesquels parmi ces outils seront utilisés pour l'usinage des circuits, vous devez ensuite appeler la commande "Paramètres / Outils sélectionnés".


Outils actifs
OUTIL DE GRAVURE
20 > POG-10 Pointe à graver ø 3.17 coniqu
Profondeur : 0.25 mm => Rayon 0.14 mm
Marge : 0 mm => Distance 0.14 mm
Vitesse de gravure : 10 mm/s
OUTIL DE HACHURAGE
17 > FJ-10 Pointe javelot ø 1 conique 30°
Profondeur : 0.25 mm => Rayon 0.07 mm
Marge : 0 mm => Recouvrement 50%
Vitesse de hachurage : 10 mm/s
OUTIL DE DETOURAGE
4 > FR-25 Fraise à rainurer ø 2.5 cylindriqu
Profondeur de détourage : 0.8 mm
Vitesse de détourage : 5 mm/s
OUTIL DE CENTRAGE
4 > FR-25 Fraise à rainurer ø 2.5 cylindriqu
Surprofondeur pour pions : 1 mm
OUTILS DE PERCAGE
Utiliser un seul outil pour tous les trous, avec alésage circulaire
---> 25 > PE-08 Foret acier standard ø 0.8 cylin
Utiliser pour chaque trou l'outil le plus proche par défaut, avec alésage circulaire
Utiliser pour chaque trou l'outil le plus proche par excès, sans alésage circulaire
Outils sélectionnés
1 33 > PE-08R Foret renforcé pour epoxy ø 0.8 cylind
2 34 > PE-10R Foret renforcé pour epoxy ø 1 cylindric
3 35 > PE-12R Foret renforcé pour epoxy ø 1.2 cylind
4 36 > PE-15R Foret renforcé pour epoxy ø 1.5 cylind
5 41 > PCR-20 Foret carbure de tungstène ø 2 cylindr
6 42 > PCR-30 Foret carbure de tungstène ø 3 cylindr
7
8
Autoriser l'alésage seulement pour les trous de plus de 1 mm
Profondeur de perçage : 2 mm Vitesse d'alésage : 5 mm/s
En cas de cycle d'alésage : Percer au centre Remonter au centre
OK
Annuler

Les outils sont affectés à cinq types de tâches, la première d'entre elles étant la **gravure d'isolation** des pistes et pastilles. Il va de soi que la profondeur de gravure doit être au moins égale à l'épaisseur de la couche de cuivre. Le logiciel calculera la trajectoire de l'outil en le déportant du bord du circuit, d'une distance correspondant à son rayon apparent à la profondeur. La marge permet d'ajouter au décalage calculé. Elle peut être négative pour se rapprocher du circuit. Le même outil, ou un outil différent, peut être affecté au **hachurage** de zones devant être complètement débarrassées du cuivre inutile. Les hachures seront espacées du rayon de l'outil, pour un recouvrement de 50%, plus l'éventuelle marge.

Le **détourage** de la carte se fera sans doute à l'aide d'une fraise de découpe d'époxy. Il est nécessaire d'indiquer la profondeur de coupe, censée correspondre à l'épaisseur de la carte. A noter que le réglage de l'épaisseur avec la fonction "Fichier / Dimensions" peut remettre à jour la valeur paramétrée ici, sous réserve de la confirmer. Le **centrage** perce et alèse les trous permettant de fixer des pions de fixation lorsque la carte est retournée pour graver la face opposée. La profondeur de ces trous sera l'épaisseur de la carte, plus une éventuelle surprofondeur pour enfoncer les pions.

Les choses se compliquent avec le **perçage** qui vous offre trois possibilités : soit vous utilisez un outil unique pour tous les perçages, ce qui limitera vos allers-retours à la machine pour changer d'outil, soit vous dressez une liste de forets disponible et Percival choisira pour chaque série de trous l'outil dont le diamètre est le plus proche, par défaut avec alésage ou par excès sans alésage. Les petits boutons servent à éjecter un outil de la liste. Les forets n'étant en général pas faits pour avancer horizontalement dans l'époxy, vous pouvez n'autoriser l'alésage circulaire mettant le trou à la cote qu'à partir d'un certain diamètre. Comme pour le détourage, la profondeur de perçage est réputée correspondre à l'épaisseur de la carte.

Traitements automatiques

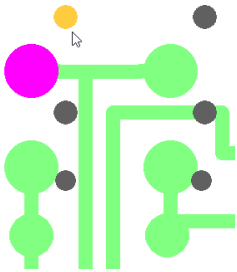
A l'ouverture d'un fichier Gerber, Percival recherche, dans le nouveau circuit ou la nouvelle couche, les réseaux de pistes qui ne sont connectés à aucune pastille. Ces réseaux peuvent représenter un contour de détourage, un plan-masse, un texte, un point de référence, *etc.* Si le réseau trouvé est complètement fermé et englobe tout le reste du circuit, pastilles et pistes, le logiciel considère qu'il doit s'agir d'un tracé de détourage pour découper la carte, puisque les découpes n'ont pas de définition spécifique en format Gerber. Percival vous demande alors de confirmer que le tracé affiché en rouge définit bien un détourage. Dans l'affirmative, le tracé sera transféré dans la couche n° 6, celle des détourages. Les détourages intérieurs ne sont pas détectables de façon automatique, mais vous pouvez les filtrer manuellement, comme on le verra plus loin.

Si vous avez laissé active la fonction "Usinage / Plans-masses / Détecter à l'ouverture du fichier", le logiciel va rechercher et neutraliser tous les réseaux de pistes qui ne sont connectés à aucune pastille. Neutraliser signifie que les

pistes apparaissent en brun et ne sont pas prise en compte dans le calcul des contours d'isolation. Percival ne fera pas la différence entre un véritable plan-masse constitué d'un fin hachurage de pistes et un réseau qui dessine un texte ou un réticule de positionnement. Il se contente de filtrer tout ensemble de pistes connectées entre elles qui ne comprend aucune pastille. Les plans-masses sont neutralisés tout simplement parce que le cuivre ne sera enlevé qu'autour du circuit actif, laissant vierge le reste de la surface. Si vous laissez un plan-masse, le calcul d'isolation pourra être considérablement allongé, chaque piste du plan faisant l'objet d'un contournage suivi d'une recherche de toutes les collisions possibles. Un plan-masse défini par un hachurage fin peut nécessiter des heures de calcul, même sur un ordinateur performant. Pour les textes et réticules, une fonction permet de les graver au centre plutôt que d'en faire des contours d'isolation. La fonction "Edition / Réactiver" revient sur la neutralisation, ainsi que le clic droit de la souris sur une piste neutralisée, suivi de "Réactiver ce réseau de pistes". Vous pouvez neutraliser vous-même des éléments du circuit, plusieurs fonctions sont disponibles.

❑ Ajustage des couches

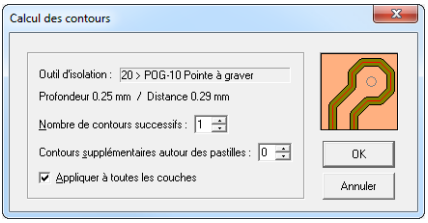
Il peut arriver que les couches successives de circuit ne coïncident pas, selon la façon dont le fichier Gerber a été produit. C'est même très courant avec un fichier de perçage puisque Gerber et Excellon sont indépendants. Il est possible d'inverser ou pivoter la couche courante avec les fonctions "Fichier / Inversion" ou "Fichier / Rotation 90°" ainsi que leurs icones de raccourcis. **Si la couche active est la couche n° 1, alors toutes les couches sont inversées ou pivotées en même temps**. Pour les autres couches, y compris les perçages ou détourages, seule celle active sera concernée. Ceci permet des manœuvres globales ou limitées.



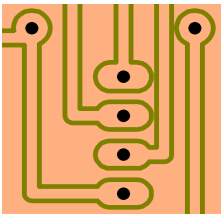
Lorsque deux couches sont décalées, pointez une pastille avec "Fichier / Pastille de référence" (ou clic droit de la souris sur la pastille puis commande *ad hoc*). Ensuite, changez de couche et appelez "Fichier / Ajuster sur référence" puis pointez la pastille ou le trou correspondant à la pastille de référence (ou clic droit et commande d'ajustage). La couche active sera automatiquement repositionnée de façon que les deux éléments coïncident.

Calcul d'isolation

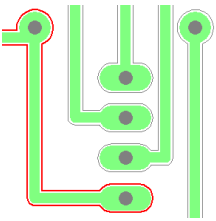
Le travail d'isolation des pistes et pastilles non neutralisées nécessite un calcul préalable de **contournage des tracés**, selon le diamètre de pointe de l'outil utilisé pour la gravure, avec gestion des collisions en cas de proximité des trajectoires. C'est là ("Usinage / Calculer les contours" ou l'icone de raccourci correspondante) la fonction centrale de Percival qui, à partir de l'information géométrique contenue dans le fichier, va pouvoir élaborer les tracés d'isolation. La distance de la trajectoire de l'outil au bord de la piste ou de la pastille dépend de l'outil sélectionné, son diamètre, son profil et éventuellement la profondeur de gravure dans le cas d'un outil conique. Vous pouvez ajouter des contours successifs pour à renforcer l'isolation, autour de tous les réseaux ou seulement autour des pastilles.


Calcul des contours
Outil d'isolation : 20 > POG-10 Pointe à graver
Profondeur 0.25 mm / Distance 0.29 mm
Nombre de contours successifs : 1
Contours supplémentaires autour des pastilles : 0
Appliquer à toutes les couches
OK
Annuler

Lorsque le calcul des contournages est bouclé, Percival affiche le tracé du circuit avec ses trajectoires

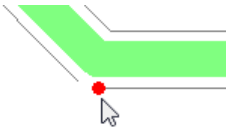


d'outil en traits fins jaunes. Vous pouvez agrandir une zone de l'écran à l'aide de la **roulette de la souris** ou avec les icones de zoom, le **bouton central** de la souris faisant glisser la vue agrandie. Il est aussi possible de visualiser le circuit usiné tel qu'il sera laissé après usinage, avec la commande "Affichage / Rendu final" ou l'icone correspondante, zoom compris. Cet aspect final vous permet de vérifier *de visu* la validité des contours d'isolation, notamment certains réseaux ayant pu rester en contact à cause de l'utilisation d'un outil trop large qui n'a pas pu tracer son chemin entre des éléments rapprochés.



Dans certains cas particuliers, il peut arriver que le calcul de contour d'un réseau de pistes et pastilles reste ouvert. La plupart du temps, le contour sera en fait constitué de deux trajectoires qui se complètent ou se chevauchent mais n'ont pas pu être ressoudées ensemble. Etant donné qu'une isolation est censée par nature être un contour fermé, **le logiciel affiche en rouge épais les trajectoires restées ouvertes**, c'est-à-dire dont les extrémités ne se rejoignent pas, afin d'attirer votre attention sur celles-ci. Vous pouvez néanmoins désactiver cette fonction avec "Affichage / Contours ouverts".

Des opérations manuelles sur les contours d'isolation sont disponibles. La fonction "Usinage / Supprimer des contours" vous permet de cliquer directement sur une trajectoire calculée à effacer tout entière. La fonction "Usinage / Ajouter des segments de contour" vous laisse pointer manuellement des segments d'isolation qui auront échappé au calcul, par exemple entre deux pastilles trop rapprochées que vous souhaitez rogner. **Le pointage avec le bouton gauche de la souris accroche automatiquement les extrémités des contours ouverts ; le pointage avec le bouton droit reste libre.** Opération inverse, vous pouvez supprimer des segments d'isolation avec "Usinage / Supprimer des segments de contour".



De nombreuses fonctions sont disponibles à partir du **clic-droit**, lorsqu'une pastille, une piste, un perçage ou un détourage est pointé par la souris.

❑ Limitations

Percival est grevé de quelques limitations dont vous devez avoir pleinement conscience lorsque vous travaillez avec ce module :

- L'isolation des réseaux de pistes et pastilles nécessite un calcul de contour autour de chaque élément actif, puis un calcul de collision avec les contours voisins, et enfin un réassemblage des éléments collisionnés avec élimination des segments résiduels. Lorsque le contour global d'un plan-masse constitué d'un fin hachurage de pistes doit être calculé, ce processus peut être très long. Par conséquent, il vaut mieux éviter de laisser les plans-masses actifs sur le circuit en les neutralisant, quitte pour ouvrir un contour d'isolation pour que la surface de cuivre soit connectée.

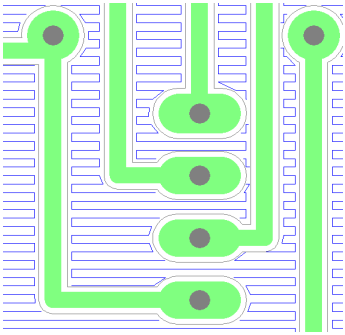
- Les définitions de pastilles par macros est d'une grande complexité dans le format Gerber. Il se peut que la forme de certaines pastilles affichées ne corresponde pas à ce qui a été défini dans la CAO électronique. Dans la mesure du possible, évitez les macros. Elles n'apportent en général pas grand-chose pour un prototypage.

- Corollaire des deux précédents, les pastilles thermiques ne sont pas prises en compte et restent des pastilles simples. La fonction "Edition / Transformer en pastilles thermiques" permet toutefois d'ouvrir les contours de pastilles existantes afin de laisser la connexion électrique avec la surface.

Hachurage des zones vierges

Si la gravure des contours suffit à isoler les pistes et pastilles, il peut s'avérer utile d'**éliminer le restant du cuivre** de la surface de la carte. Ceci permet de s'assurer qu'il ne reste pas une bavure métallique qui ferait court-circuit, et présente en plus un circuit propre sur lequel le cuivre n'est présent que là où l'on en a besoin. Etant donné que la machine ne rechigne pas à la tâche pendant que vous surfez sur le web, autant en profiter pour lui donner un surcroît de travail. Le résultat est d'autant plus satisfaisant, même pour un simple prototype de circuit.

Le hachurage ne peut être activé que si les contours de pistes et pastilles sont déjà calculés. Venir hachurer à l'affleurement du cuivre n'aurait aucun sens compte tenu de la distance de contournage. L'outil utilisé pour le hachurage est identique à celui de contournage.



La densité de hachurage est réglable dans les paramètres de l'outil sélectionné pour cette fonction. La valeur par défaut est le rayon de l'outil à la profondeur de gravure (pour le cas d'une pointe conique), ce qui donne un taux de recouvrement de 50%. Mais vous pouvez y ajouter une marge à votre convenance, positive ou négative. Percival propose en outre de relier les hachures entre elles pour former un crénelage en zig-zag lorsque c'est possible sans passer à travers une trajectoire de contour. L'affleurement des hachures à leurs extrémités avec les contours d'isolation est de 10% de l'intervalle de hachurage. Ceci laisse assez de marge pour éviter d'éroder le cuivre utile, et le travail de hachurage est logiquement opéré avant la gravure des contours, pour obtenir une meilleure finition aux bords des pistes.

Une fois encore, la vue finale restitue le circuit usiné. Si un hachurage a été demandé, il ne reste alors que le cuivre des pistes et pastilles, sauf si votre diamètre d'outil a été paramétré trop petit par rapport aux distances qui ont été calculées. On rappelle que **le magasin d'outils est commun à Galaad et Percival**, et doit correspondre à ce que vous avez effectivement dans le râtelier afférent à votre machine.

Détourage

La couche n° 6 contient les trajectoires de détourage de la carte. Ces détourages auront pu être détectés à l'ouverture d'une couche de circuit ou pointés manuellement, et une trajectoire de contournage est calculée de façon automatique. Les manipulations possibles dans cette couche sont très peu nombreuses : vous pouvez changer le bord de contournage (extérieur ou intérieur), supprimer le détourage, ou ajouter des pontages. Ces fonctions sont disponibles en pointant la trajectoire concernée et en cliquant dessus avec le **bouton droit de la souris**.

Les pontages permettent de ne pas découper complètement la carte mais de lui laisser des points d'attache avec la pièce brute. Vous devez positionner vous-même ces pontages, directement sur la trajectoire de contournage calculée. Les pontages seront effacés en cas de recalcul du contournage.

Usinage

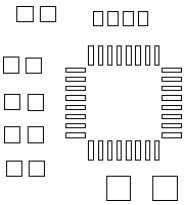
L'affichage à l'écran ne représentant pas une fin en soi, du moins pas avec Galaad, il ne reste plus qu'à usiner, c'est à dire réveiller la machine pour fraiser le cuivre et percer l'époxy.

La commande "Usinage / Fraiser" appelle une boîte de dialogue finale qui vous permet de régler la séquence des tâches à effectuer, ajouter des données de profondeur et de vitesse pour la gravure et le perçage, puis envoyer le travail résultant aux modules d'usinage ou de dessin de Galaad en cas d'ajouts.

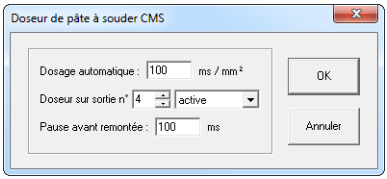
Les informations relatives aux séquences, outils, profondeurs et vitesses seront toutes récupérées par Galaad ou son module d'usinage Lancelot, lequel n'en acceptera pas moins de chaîner à son tour à un pilote externe si tel est votre cas de figure. Il n'y a dès lors plus qu'à usiner et refermer Percival.

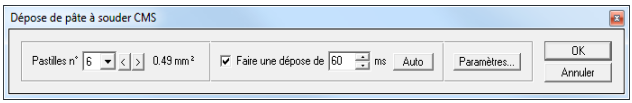
Dépose de pâte à souder

Deux fonctions annexes peuvent vous aider à souder des composants montés en surface, lesquels nécessitent de déposer la pâte à souder sur les pastilles concernées. La première de ces possibilités consiste à usiner un stencil qui servira de pochoir pour une dépose manuelle à la raclette. La fonction "Usinage / Découper un masque pour pastilles CMS" vous permet de choisir quelles séries de pastilles du circuit seront concernées, avec quelques paramètres de découpe (outil, profondeur, vitesse d'avance). Le chaînage au module d'usinage Lancelot est direct, et celui-ci se fera un plaisir d'usiner votre stencil. Attention au choix de l'outil, du matériau et de sa fixation sur le plateau de la machine. Usiner une feuille de plastique ou de métal fin nécessite un peu d'expérience pour éviter les déchirures.



L'autre possibilité nécessite une pompe électrique ou électropneumatique pour éjecter la pâte directement sur le circuit imprimé. Au lieu d'usiner, Lancelot pilotera la buse de dépose montée sur l'axe Z, ainsi que sa pompe par le biais d'une sortie actionnant un moteur ou une électrovanne pendant une durée réglable. Vous pouvez paramétrer une dose de pâte typique, proportionnelle à la surface des pastilles. Mais la dose ainsi calculée pour chaque série de pastilles n'en restera pas moins sous votre entier contrôle. Le cycle de dépose se contentera d'amener la buse au centre de la pastille, de la descendre au contact (selon votre réglage de l'origine pièce pour l'axe Z), puis de déclencher la sortie pilotant la pompe pendant le temps indiqué, et enfin de remonter la buse pour rejoindre la pastille suivante. Pensez à éviter de déposer de la pâte au centre d'une pastille percée.


Doseur de pâte à souder CMS
Dosage automatique : 100 ms / mm²
Doseur sur sortie n° 4 active
Pause avant remontée : 100 ms
OK
Annuler

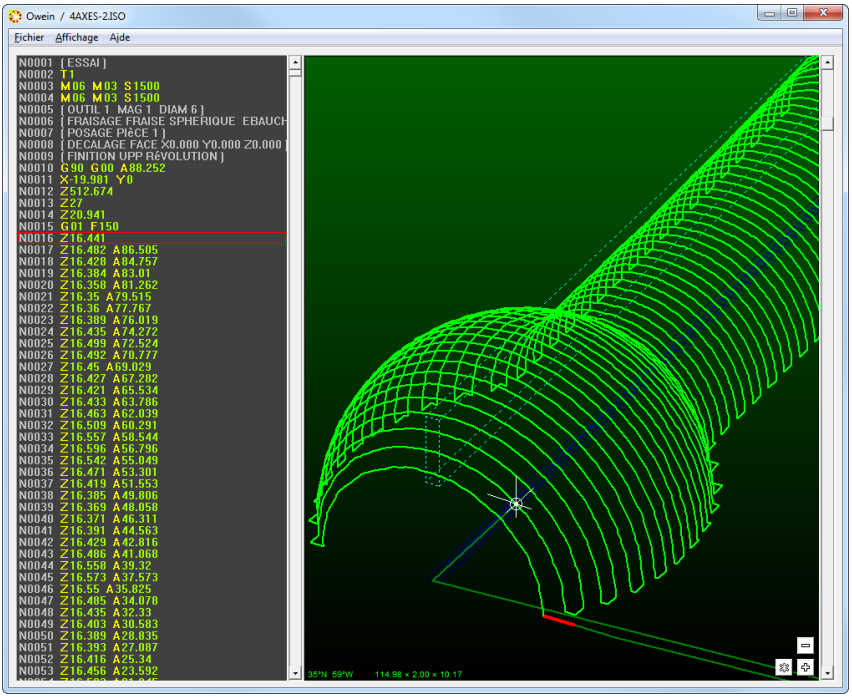


19

10011

"OWEIN" AFFICHAGE GRAPHIQUE DE PARCOURS 2-5 AXES

Petit utilitaire annexe à Galaad, le module Owein propose l'affichage de parcours 3D décrits dans des fichiers ISO G-code, Isel-NCP ou MasterCam-NCI. Il accepte de 2 à 5 axes, étant acquis que les 4ème axe (A) et 5ème axe (B) sont de classiques axes rotatifs respectivement parallèles à l'axe X et à l'axe Y selon la norme en vigueur, tournant autour de l'axe linéaire de support et définissant ainsi le point zéro. Il va de soi que les axes XYZ sont réputés linéaires et cartésiens dans un repère orthonormé direct.



Owein permet la **modification de coordonnées** dans le fichier affiché dans la partie gauche de l'écran. Il suffit de double-cliquer sur une ligne pour éditer celle-ci. Les modifications sont immédiatement prises en compte dans la restitution du dessin, et vous pouvez enregistrer le fichier ainsi modifié. Quelques manipulations annexes sont accessibles, comme le décalage global, l'inversion ou encore le facteur d'échelle, ainsi que l'élimination des lignes de codes situées avant ou après la ligne active. Ceci reste tout de même un exercice réservé aux personnes rompues à l'utilisation de la programmation directe de machines à commande numérique.

20

10100

PREMIERS SOINS

Ce chapitre expose les quelques questions et problèmes habituellement soulevés au sujet des différents modules de Galaad, avec les réponses ou observations correspondantes.

❑ Dessin

Galaad ne détecte pas ma clef de licence

- Vérifiez tout d'abord que vous avez branché la clef sur un port USB de votre ordinateur (ou sur un port LPT s'il s'agit d'une ancienne clef). Comme pour tout appareil périphérique, cette clef nécessite l'installation d'un *driver* spécifique qui permettra au logiciel de communiquer avec elle. L'installation de Galaad à partir du CD fait par la même occasion une installation silencieuse de ce *driver* ; vous n'avez donc pas à vous en occuper. Par contre, si vous installez Galaad depuis le site web, alors ce *driver* n'est pas installé, le logiciel étant souvent téléchargé à des fins de simple évaluation. De même, si vous copiez une installation Galaad d'un ordinateur à l'autre, le *driver* ne suit pas le mouvement, puisqu'il est lié à Windows et non à Galaad. Vous devez dans ces deux cas installer vous-même le *driver* à partir du logiciel fourni par le fabricant de la clef. Celui-ci est uniquement en Anglais, mais il suffit de valider les quelques pages successives telles qu'elles se présentent.

Impossible d'enregistrer mes paramètres ou mes fichiers

- Vous devez vous assurer que, dans votre session d'utilisateur Windows, Galaad a le droit d'enregistrer des fichiers dans son répertoire d'installation (fichiers de paramètres). Idem pour les fichiers de dessin dans le répertoire où vous avez choisi de les stocker.

J'ai oublié le mot de passe protégeant les restrictions

- Avec l'explorateur de fichiers Windows, cherchez le fichier PASSWORD.TXT présent dans le répertoire où vous avez installé Galaad, et double-cliquez dessus pour l'éditer dans le bloc-notes. Ce fichier contient en clair le mot de passe courant.

Un fichier DXF ne passe pas à l'import

- Galaad propose deux filtres d'import DXF, le premier en interprétation directe et le second via un convertisseur externe. Le format DXF est complexe et très changeant d'une version à l'autre d'AutoCad. Il est difficile dans ces conditions de garantir l'exactitude de la lecture pour les versions passées,

présente et à venir. Le mieux est d'essayer de générer le fichier depuis le logiciel qui a produit le dessin en utilisant une autre version de compatibilité DXF lorsque c'est possible. A noter que le format DXF binaire, très peu utilisé, n'est pas lu par Galaad. Les fichiers DXF 3D, contenant des facettes ou des fonctions surfaciques, ne sont pas lus non plus.

Un fichier PostScript (EPS ou AI) ne passe pas à l'import

- Le format EPS peut contenir trois types de graphismes : des dessins vectoriels en 2D, des images *bitmap*, et des glyphes de caractères. Galaad n'a que faire des deux derniers. Il ne pourra lire que des dessins vectoriels, c'est-à-dire constitués de coordonnées associées à des segments et des courbes. Une image n'est constituée que de pixels sans valeur géométrique. Dans la plupart des cas, un fichier EPS qui ne passe pas à l'import dans Galaad est en fait un fichier qui ne contient qu'une image. Le simple fait de l'importer dans un logiciel de dessin acceptant les images et de zoomer sur les traits le confirme en faisant apparaître les pixels sous forme de gros carrés.

Un fichier G-code ISO affiche de grands cercles parasites

- A cause d'une normalisation défaillante, il existe deux conventions pour les interpolations circulaires G2/G3 en G-code ISO, ce qui ternit la notion même de standard. L'une de ces conventions, la plus fréquente, emmenée par GE-Fanuc et Siemens, considère que les coordonnées I et J du centre sont relatives au point d'entrée de l'arc. L'autre convention, suivie par NUM, considère que les coordonnées I et J sont absolues par défaut, ou relatives si l'on est passé globalement en coordonnées incrémentales. Ces deux conventions sont incompatibles et il est très difficile de détecter laquelle a été suivie par le logiciel qui a généré le fichier. Il vous appartient donc de choisir l'un des deux formats proposés et essayer l'autre si ça ne va pas.

Impossible d'appliquer une fonction de dessin sur un objet

- Vérifiez que votre objet est bien dans la couche active et qu'il n'a pas été protégé (les protections sont visibles avec "Affichage / Tracé / Protections").

Impossible d'obtenir le contournage d'une trajectoire

- Il se peut que vous ayez dans votre contour de petits rebroussements de trajectoire, lesquels peuvent dans certains cas considérablement gêner le calcul. Faites un zoom sur le parcours pour vérifier qu'il ne se trouve pas de petites épines aussi saillantes qu'inutiles et, le cas échéant, éliminez-les.

❑ Pilotage et usinage

Galaad ne détecte pas ma machine

- Le petit bouton "Détecter" des paramètres de la fraiseuse, page "Commande numérique", ne sert qu'à identifier le port série RS232 sur lequel la machine a été connectée. Cette détection ne concerne pas les autres types de ports, notamment les ports USB qui n'ont pas besoin d'être identifiés. En outre, certaines machines communiquant par port série ne passent pas toujours le test de détection. Gardez à l'esprit que les ports COM authentifiés par Windows sont dotés d'un astérisque après leur numéro dans la liste des ports disponibles. En général, il n'y a qu'un ou deux ports authentifiés qu'il suffit d'essayer pour de bon. Sauf exception, les ports COM1 et COM2 sont les vrais ports série de la carte-mère et les ports COM3 à COM32 correspondent aux convertisseurs USB/Série. Il est donc assez facile de trouver.

Galaad n'arrive pas à piloter ma machine

- Si votre machine ne réagit pas du tout lorsque le logiciel tente d'ouvrir le dialogue avec elle, on peut supposer que soit le port indiqué n'est pas le bon, soit la communication est défaillante, soit la machine paramétrée n'est pas la bonne. Commencez par vérifier le modèle de fraiseuse ou de commande numérique que vous avez paramétré dans Galaad. Si cela vous semble correct, vérifiez que votre câble est bien branché et la machine sous tension. Certains câbles RS232 ont un sens côté PC et côté machine, et certaines machines ne communiquent plus lorsque leur capot de protection est ouvert. S'il s'agit d'une transmission par port série, vérifiez la vitesse de transmission.

La course de référence va dans le mauvais sens

- Si votre machine est une Isel avec commande numérique de type IMC ou IML, vous pouvez inverser la direction de la course de référence (voir le chapitre *"Paramètres de la fraiseuse"*, section *"Commandes numériques Isel-Automation IMC & IML"*). Si votre machine utilise une carte CNC avec des contacts de fin de course paramétrables, soit votre axe est inversé (voyez l'onglet "Avancés" des paramètres de la fraiseuse), soit vous avez indiqué un mauvais numéro d'entrée pour le contact de fin de course de l'axe qui va dans le mauvais sens, soit vous avez indiqué une mauvaise polarité du contact (*"actif"* au lieu de *"inactif"* ou l'inverse), ce qui fait que le logiciel cherche à dégager lentement le contact croyant à tort qu'il est enfoncé. Utilisez la fonction "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S" pour vérifier les numéros et polarités de vos contacts de fins de courses.

La course de référence ne s'arrête pas

- Si vous utilisez une carte CNC, vérifiez que vous avez paramétré le bon numéro d'entrée pour le contact de fin de course de l'axe. Utilisez la fonction "Paramètres / Fraiseuse / Test E-S" pour vérifier. Sinon, ou si la vérification ne donne rien, vérifiez le contact et son raccordement électrique.

Le pilotage manuel est inversé

- La position XY du point zéro machine, indiquée dans l'onglet "Commande numérique" des paramètres de la fraiseuse, ne correspond pas à la position réelle sur la machine. Si vous avez une table mobile, n'oubliez pas que le mouvement à considérer est le mouvement apparent de l'outil sur la table, et non pas le mouvement de la table elle-même. Si l'inversion concerne les axes X et Y, changez l'affectation des canaux dans l'onglet "Avancés" des paramètres de la fraiseuse, ou bien intervertissez les connexions des moteurs. Attention, intervertir les moteurs peut nécessiter d'intervertir aussi le numéro des entrées correspondant aux contacts de fin de course.

L'usinage se fait au-dessus de la pièce

- Vérifiez que, lorsque vous avez mis l'outil au contact de la surface supérieure de la pièce et validé le bouton vert "Z-ok", vous avez bien sélectionné "Position Z : plan supérieur" et non "plateau-martyr" dans la liste combo sous le bouton "Z-ok". C'est une erreur très fréquente mais sans danger. La situation inverse (affleurer le plateau-martyr en indiquant qu'il s'agit de la surface supérieure de la pièce) est moins anodine. Jetez un coup d'œil rapide au chapitre *"Fonctions avancées de l'usinage"*, section *"Définir une origine pièce"*. Ça ne peut pas vous faire de mal.

Le résultat usiné n'est pas à l'échelle

- Plusieurs paramètres de votre fraiseuse sont à vérifier, et notamment les pas des vis à billes et la résolution des moteurs. Certaines machines de série peuvent avoir des pas de vis changeants selon le millésime, et Galaad ne peut malheureusement pas lister toutes les combinaisons possibles. Jetez aussi un coup d'œil aux facteurs d'échelle en entrée comme en sortie.

Ma machine se décale en usinage

- Commencez par refaire l'usinage à petite vitesse. Si le décalage persiste, vous avez peut-être un problème mécanique, par exemple la pièce mal fixée ou un axe qui a du jeu. Si le décalage n'apparaît qu'avec une vitesse d'usinage élevée, alors vous devez réduire les paramètres cinématiques. Reportez-vous au chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"*, section *"Post-calcul cinématique"*,

ainsi qu'au chapitre *"Fonctions des menus"*, fonction *"Paramètres / Fraiseuse / Calibrage"*. Gardez à l'esprit que l'énergie requise croît avec le carré de la vitesse : usiner deux fois plus vite nécessite quatre fois plus de puissance.

L'écran et la machine ne sont pas synchrones

- Lorsque la commande numérique dispose d'un *buffer* de mémoire, Galaad envoie les vecteurs en avance et la machine les stocke dans cette mémoire avant de les exécuter. Ce mode de fonctionnement permet d'obtenir une dynamique de mouvement très fluide dans les courbes, mais il désynchronise le logiciel de la machine. L'écran correspond aux envois de vecteurs en rafales rapides. Le logiciel ignore la position réelle de la machine à ce moment.

☐ Circuits imprimés

Les perçages ne s'alignent pas sur les pastilles

- Les fichiers de perçage et de circuit utilisant des formats différents qyu s'adressent à des machines différentes, Percival cherche une corrélation minimale entre les trous et les pastilles. Mais si votre circuit comprend une majorité de pastilles non percées, il ne trouvera pas et vous devrez opérer de façon manuelle (voir ci-dessous).

Les couches ne s'alignent pas

- Si vos fichiers utilisent des références ou des orientations différentes, vous devez pivoter ou inverser la couche additionnelle puis utiliser les fonctions de pastille de référence et d'ajustement sur la référence.

Le calcul des contours d'isolation est sans fin

- Vous avez sur votre circuit un plan-masse constitué de hachures fines qui nécessitent un temps de calcul important pour chacune, et il faudra des heures pour obtenir un résultat. Percival n'est pas fait pour gérer les plans-masses ; mieux vaut les supprimer du fichier et connecter les surfaces de cuivre.

Les pastilles n'ont pas la forme attendue

- Si vous utilisez l'ancien format Gerber RS274-D, passez au format étendu RS274-X. Si c'est bien celui-là, votre fichier contient des macros que Percival est incapable de lire correctement. Dans la mesure du possible, demandez au logiciel générateur d'éviter de produire des macros.

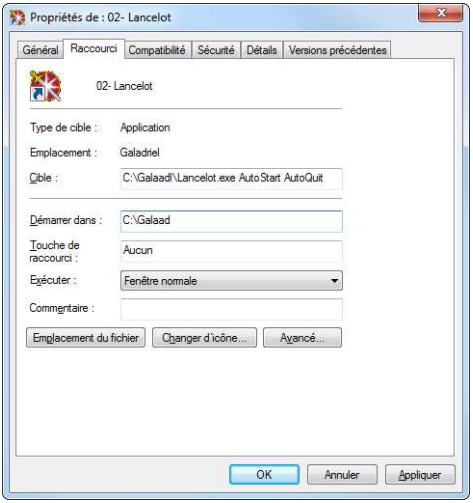
21

10101

CONSIDERATIONS TECHNIQUES

Arguments de la ligne de commande

Souvenir du bon vieux temps des consoles en mode texte, il reste possible avec les logiciels sous Windows de passer des arguments spécifiques à un programme qui démarre. Bien entendu, aucun argument n'est proposé par défaut dans les icones qui sont associées aux différents modules de Galaad. Ce nonobstant, rien ne vous empêche d'en ajouter si vous avez une configuration de travail un peu particulière, par exemple une station de travail pour la CAO-FAO et une autre pour l'usinage sous contrôle d'un opérateur avec des droits limités. Ces arguments peuvent être passés manuellement avec la commande "Exécuter" du menu "Démarrer" de Windows, ou bien intégrés définitivement aux propriétés d'une icone de raccourci Galaad, qu'elle soit originale ou une simple copie. Un argument est indiqué sur la ligne de commande après l'appel du logiciel, un espace les séparant. Plusieurs arguments peuvent être donnés à la queue-leu-leu, leur ordre n'a aucune importance. Lorsqu'un argument contient lui-même un espace, il est impératif de le mettre entre quotes "… …" ; la casse (majuscules ou minuscules) n'a aucune importance.



Tous les modules de Galaad acceptent des arguments, le plus classique étant bien évidemment un nom de fichier à ouvrir dès le lancement du programme. Le lien automatique entre les fichiers GAL et le module Galaad, ou entre les fichiers KYN et le module Kynon repose d'ailleurs sur ce système. Par exemple, le fait de double-cliquer sur un fichier GAL induit pour Windows le lancement de Galaad avec en argument le nom et le chemin d'accès du fichier qui a été double-cliqué. En mode manuel, il suffit de lancer Galaad avec la ligne de commande suivante (par exemple) :

"C:\Galaad\Galaad.exe" "F:\Fichiers Galaad\Dessin.gal"

Ceci va lancer Galaad et lui demander de charger automatiquement le fichier "**Dessin.gal**" situé dans le dossier "**Fichiers Galaad**" de l'unité de disque "**F**". Si un dessin est en cours et non enregistré, il va de soi que Galaad l'affichera et vous demandera de l'enregistrer au préalable.

Outre le fichier à charger à l'ouverture, les autres arguments acceptés par le **module de dessin Galaad** sont les suivants :

- **MINIMIZE** lance le logiciel dans la barre des tâches (rien à l'écran).

- **MAXIMIZE** lance le logiciel en mode plein écran.

- **NOSPLASH** lance le logiciel sans son image de présentation "Galaad 3".

- **CUSTOM** lance le logiciel dans le mode restreint que vous avez défini.

- **CONFIG:xxx** lance le logiciel avec le jeu de paramètres "xxx" enregistré par la commande "Paramètres / Mémoriser".

- **RESET** élimine le dessin courant et ouvre sur une planche vide. Ceci ne sert que si le fichier a été endommagé et empêche l'ouverture normale de Galaad.

- **AUTOMILL** ouvre Galaad et lance immédiatement le module d'usinage. Celui-ci prend alors le relais en brûlant les étapes et en ne demandant rien à l'utilisateur. Les paramètres d'usinage sont ceux par défaut ; l'origine pièce est la dernière utilisée ; les messages à l'intention de l'opérateur ne sont pas affichés, à l'exception du tout dernier avant lancement de l'usinage, que l'opérateur peut juste acquitter ou annuler, et qui lui permet de visualiser le parcours qui va démarrer (voir ci-après l'argument AUTOSTART de Lancelot & Kay qui est la continuation logique de cet argument AUTOMILL).

- **AUTOTEXT** modifie au vol les textes présents sur le dessin courant (ou tout autre passé en argument), qu'ils soient droits ou écrits sur un tracé. Cet argument doit être suivi de deux autres indiquant quel texte doit être remplacé et par quoi. Par exemple, si le dessin contient un texte "Ancien texte" qui doit être remplacé automatiquement par "Nouveau texte", la ligne de commande sera **...\Galaad.exe AutoText "Ancien texte" "Nouveau texte"**. Il est impératif de tenir compte de la casse (majuscules/minuscules) dans le texte à remplacer. Si celui trouvé ne correspond pas très exactement, il sera ignoré. Vous pouvez mettre plusieurs arguments "**AutoText**" successifs pour des remplacements multiples. Enfin, si un texte existe en plusieurs exemplaires identiques sur le dessin, seul le premier trouvé sera remplacé, ce qui en fait d'ailleurs un de moins pour les remplacements suivants.

- **AUTOQUIT** referme Galaad sitôt appliqués les changements induits par les autres arguments. Celui-ci sert de complément à "**AutoMill**" ou "**AutoText**".

- **AUTOIMPORT> DIM:100x75 TOOL:3 DEPTH:0.5 FEED:20 MIRROR:X FILE:C:\GALAAD\IMPORTS\TEST.DXF** importe immédiatement un fichier externe en réglant les valeurs de dimension de planche, d'outil, de profondeur,

de vitesse d'avance, et d'inversion X, Y ou Z. Les valeurs d'outil, de profondeur et vitesse remplaceront celles de tous les objets du fichier. Vous n'êtes pas obligé d'utiliser tous les arguments, et les espaces les séparant sont facultatifs. Si vous les utilisez, vous devez mettre la chaîne complète entre quotes "…" pour que l'argument "**AutoImport>…**" soit vu comme un bloc unique. N'oubliez pas les deux points entre labels et leurs valeurs.

- **AUTOEXPORT> FORMAT:ISO FILE:C:\GALAAD\IMPORTS\TEST.ISO** exporte immédiatement le fichier courant (lequel peut très bien avoir été ouvert à l'instant avec l'argument de fichier GAL ou bien l'argument "**AutoImport>…**") sous le format désigné. Voyez les extensions par défaut pour indiquer le format.

Les **modules d'usinage Lancelot et Kay** acceptent eux aussi un nom de fichier passé en direct, parmi les formats d'import prévus. L'extension du fichier détermine le filtre d'import à appliquer. Si cette extension n'est pas standard (voir les extensions par défaut), il est alors nécessaire d'ajouter en argument suivant le nom du fichier son extension standard entre parenthèses. Exemple : **…\Kay.exe …\Dessin.nc (iso)** pour ouvrir le fichier "**Dessin.nc**" sous format d'import ISO. Les autres arguments intelligibles pour les modules Lancelot et Kay sont les suivants, valables aussi pour le **module de programmation Kynon** :

- **AUTOSTART** permet de brûler les étapes et ne rien demander à l'utilisateur, de la même façon que l'argument "**AutoMill**" de Galaad (voir plus haut). Les paramètres d'usinage sont ceux par défaut ; l'origine pièce est la dernière utilisée ; les messages à l'intention de l'utilisateur ne sont pas affichés, à l'exception du tout dernier avant lancement de l'usinage, que l'utilisateur peut acquitter ou annuler. Le module se referme sitôt le message de fin d'usinage acquitté par l'utilisateur, ou en cas d'abandon.

- **AUTOSKIP** saute les messages intermédiaires à l'attention de l'opérateur pour lancer le processus. Voir aussi ci-dessus l'argument "**AutoStart**".

- **AUTOUPLOAD** lance le processus d'usinage de la même façon que l'argument "**AutoStart**" susmentionné, sauf que le parcours d'usinage est envoyé dans la mémoire locale de la machine sans ordre d'usinage proprement dit (mode "Téléchargement vers la mémoire" des options avancées d'usinage).

- **AUTOSTORE** fait la même chose que l'argument "**AutoStart**", sauf que le téléchargement se fait vers le disque local de la machine.

- **AUTOOPTIMISE** active automatiquement l'option "Parcours optimisé" des paramètres d'usinage.

- **AUTOTOOL** déclenche une mesure automatique de l'outil sur son capteur dès l'ouverture du dialogue avec la machine. Il va de soi que l'outil doit être de préférence déjà monté sur la broche.

- **AUTOPARK1** envoie l'outil à sa position de parking dès l'ouverture du dialogue avec la machine. La variante "**AutoPark2**" envoie à la position de changement d'outil.

- **OPERATOR** interdit l'accès aux paramètres d'usinage et aux options avancées. L'utilisateur ne peut que régler l'origine pièce et lancer l'usinage automatique.

- **ORIGINX=123.45** règle directement l'origine pièce à la valeur indiquée pour l'axe X. L'argument est disponible pour chaque axe.

- **MANUALM** ouvre le module Lancelot sur sa fenêtre de pilotage manuel de base pour la fraiseuse.

- **MANUALT** ouvre le module Lancelot sur sa fenêtre de pilotage manuel de base pour le tour.

❑ Intégration dans une chaîne automatisée

Galaad est un logiciel censé se suffire à lui-même depuis le processus de conception jusqu'à la réalisation par usinage. Sauf pour le cas spécifique de machines ou de broches non pilotables directement par le logiciel et qui nécessitent donc un appel à un pilote externe ou à des librairies plus ou moins exotiques, il n'est donc pas nécessaire *a priori* d'inclure tout ou partie de Galaad dans une chaîne de traitement hétérogène.

Ceci étant proclamé haut et fort, on peut tout de même envisager de trouver une petite place pour Galaad dans un ensemble plus grand et, s'il s'y trouve bien au chaud, il se fera un devoir de coopérer avec son environnement de travail. Il va de soi que la plupart des ordres passés à Galaad ne peuvent être véhiculés que par le biais de la ligne de commande, dont les quelques arguments possibles ont été énumérés plus haut. Si l'on considère que c'est un programme qui lance Galaad à un moment donné dans une chaîne de traitement

automatique, les quatre choses principales qu'il peut demander à Galaad sont les suivantes :
1 - charger un fichier de dessin GAL donné ;
2 - modifier des textes présents sur ce dessin ;
3 - demander l'usinage en sautant les étapes de dialogue opérateur ;
4 - se refermer tout seul une fois que le processus est achevé.

Comme on l'a déjà vu, il existe des arguments compréhensibles par Galaad qui peuvent concourir à cette séquence, les points 3 et 4 étant d'ailleurs confondus en un seul. On ne va pas se répéter ; le mieux est de jeter un coup d'œil sur ce qui vient d'être décrit en détails. Il est bien évident qu'on ne peut pas demander à Galaad de créer ou modifier des éléments de dessin purement graphiques par le biais de sa ligne de commande, ce qui s'avérerait bien trop fastidieux. S'il s'agit de créer automatiquement un dessin pour ensuite lancer son usinage sans intervention de l'opérateur, le mieux est alors de créer un fichier dans un format standard connu des modules d'usinage Lancelot ou Kay, appeler ceux-ci en leur passant le nom du fichier en argument, suivi de l'argument complémentaire "**AutoStart**" qui lancera le processus d'usinage automatique et en plus refermera poliment le module en fin de cycle.

A noter que si l'usinage de Galaad est pris en charge par un pilote externe, celui-ci sera évidemment lancé de façon automatique si des arguments en ce sens ont été passés au logiciel.

Pour un processus plus compliqué nécessitant des contrôles avancés d'entrées/sorties, temporisations ou autres, le module Kynon se fera un plaisir de charger et exécuter immédiatement, via ce même argument "**AutoStart**", un programme automatique généré par un logiciel externe. Le format des fichiers-programmes Kynon est de type texte, et la syntaxe n'est pas bien compliquée, ressemblant de très près à ce qui est affiché sur sa séquence d'instructions à l'écran (mais en Anglais). Il est important de respecter cette syntaxe et notamment ses espaces, sauf à risquer de perdre des lignes d'instructions.

Pour résumer, tout ce que font les modules de Galaad sous le contrôle d'un opérateur peut être fait de façon automatique via les arguments de la ligne de commande, ceux-là mêmes qui sont un peu malaisés à manipuler par un utilisateur sur le bureau Windows, mais bien plus faciles à intégrer dans un programme appelant qui encapsule Galaad dans un sur-ensemble, y compris par traitement *batch*.

❑ Commandes transmises par messagerie

Pour les programmeurs, il existe une autre possibilité d'appel direct des fonctions de pilotage de la machine, basée sur la messagerie inter-applications de Windows et limitée aux modules Lancelot et Kynon. Lorsque ceux-ci sont en pilotage manuel, ils se tiennent à l'écoute des messages WM_COPYDATA que vous pouvez poster avec la fonction *SendMessage()* de l'API Windows. La structure COPYDATASTRUCT se charge des données à transmettre au module, son adresse étant donnée par l'argument LPARAM de *SendMessage()*. Dans cette structure, le champ *dwData* doit prendre la valeur 26912021, le champ *lpData* pointe sur la chaîne de caractères ANSI de la commande à exécuter, et le champ *cbData* indique la taille de cette chaîne, zéro terminal compris.

Pour récupérer le *handle* sur la fenêtre de Lancelot ou Kynon, vous pouvez utiliser l'API *FindWindow()*, sachant le *ClassName* du module est le nom du programme avec son chemin d'accès, par exemple "C:\GALAAD\KYNON.EXE" (tout en majuscules). Vous pouvez aussi utiliser le titre de fenêtre, mais celui-ci est variable. Les commandes à transmettre sont celles qu'on trouve dans les scripts de changement d'outil. Si l'application appelante a indiqué le *handle* de sa fenêtre dans l'argument WPARAM de *SendMessage()*, alors Kynon retournera le résultat sous forme d'un autre message WM_COPYDATA acquittant la commande une fois celle-ci exécutée. La structure de données retournée est identique, le champ *lpData* contenant cette fois le texte "OK" ou "ERROR".

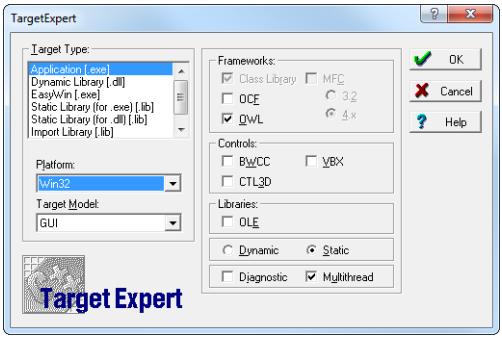
Le programme COPYDATA.EXE installé avec Galaad permet d'envoyer les commandes au module. Le premier argument est le nom du module cible, et le second argument (entre double-quotes) est la commande à exécuter. Exemple :
COPYDATA KYNON "MOVE TO X12.34 Y56.78 V600"

❑ Interface avec Windows

Cette section s'adresse aux utilisateurs ayant une bonne connaissance des mécanismes régissant l'environnement Windows. Les quelques précisions techniques décrites ci-après peuvent aider à résoudre d'éventuelles difficultés de mise en place ou d'utilisation de Galaad.

Rappelons que Galaad 3 est un ensemble cohérent de modules exécutables compilés avec l'antédiluvien Borland C++ 5.02 et ciblés exclusivement pour la

plate-forme **Windows 32 bits** natif avec interface graphique, c'est à dire Windows 95, 98, ME, NT-4, 2000, 2003-Server, XP, 2008-Server, Vista, Seven et les nombreux successeurs dont Microsoft voudra bien nous gratifier. **Ces modules 32 bits fonctionnent parfaitement dans les encapsulations standard des systèmes 64 bits (XP-64, Vista-64 ou Seven).** Vous n'avez *a priori* rien à changer ou paramétrer. Les seules restrictions sont d'une part l'accès en écriture dans le répertoire où le logiciel est installé, dans la session courante de l'utilisateur, et d'autre part le *driver* qui permet d'accéder à la clef de licence en tant que composant périphérique.



Comme on l'a déjà mentionné dans le chapitre consacré à l'installation, Galaad ne fait **pas d'ajout de fichiers** hors de son répertoire d'installation, sauf pour créer les raccourcis de lancement sur le bureau et dans le menu "Démarrer". Ces raccourcis sont de classiques fichiers GALAAD.LNK, LANCELOT.LNK, *etc.* placés dans les sous-répertoires habituels de C:\WINDOWS ou C:\WINNT, et associés aux modules exécutables. La base de registre inclut deux nouveaux mini-jeux de deux clefs situés dans HKEY_CLASSES_ROOT\GALAAD et HKEY_LOCAL_MACHINE\GALAAD pour associer Galaad aux fichiers *.GAL. Rien de bien cataclysmique pour la base de registre. Si vous enlevez Galaad en supprimant son répertoire, vous pouvez éventuellement rechercher et retirer ces clefs. Mais Windows ne vous en voudra pas en cas d'oubli.

Les modules exécutables de Galaad sont homogènes, créés à partir du seul code source agrémenté de la base *Object Windows Library* de Borland sans aucune adjonction d'objets de contrôle exotiques VBX, OCX ou autre ferblanterie. Quelques DLL développées chez Isel-Automation ont toutefois été ajoutées pour piloter leurs commandes numériques de servomoteurs qui sont en général intégrées au PC ou sur un bus CAN-CNC. Le module central de Galaad est le programme GALAAD.EXE qui gère le dessin et l'environnement de travail. Pour des raisons de commodité, le module d'usinage et pilotage manuel a été placé dans le programme séparé LANCELOT.EXE qui est automatiquement appelé par Galaad, lequel lui passe les arguments et fichiers dont il a

besoin. Ceci permet entre autres de faire tourner l'usinage comme une tâche de fond indépendante pendant qu'on revient au dessin, du moins si le bruit ambiant (qui, lui, n'est pas toujours de fond) le permet. Les autres modules sont indépendants et travaillent de façon autonome, excepté le programme de dessin de tournage GAWAIN.EXE qui utilise lui aussi le module LANCELOT.EXE pour piloter le tour.

Toute la gestion des **fichiers** de Galaad, y compris en partage réseau, passe par l'interface Windows. Vous pouvez donc utiliser les noms de fichiers longs ou tout ce que Windows vous permet de faire dans ce domaine. Les extensions de fichiers Galaad 3 sont *.GAL ; les objets en librairies *.GLI. Le fait de double-cliquer sur un fichier GAL déclenche le lancement de Galaad avec ouverture du fichier en question.

Par souci de portabilité, la **communication** avec la machine utilise de façon exclusive les fonctions de gestion de flux standard de l'API Windows (*CreateFile(), ReadFile(), WriteFile(), etc.*) plutôt que les fonctions spécifiques de contrôle des ports. Ceci permet d'assurer une excellente compatibilité avec les évolutions de Windows même si, en matière d'informatique, mieux vaut s'abstenir de faire des prédictions à caractère définitif.

Petit rappel : si votre fraiseuse est équipée d'une **broche spéciale** qui démarre ou s'arrête avec d'autres systèmes de contrôle que ceux intégrés par défaut, Galaad veut bien substituer ces codes aux siens propres. De même, il est possible d'utiliser un programme externe en mode console CMD ou Windows rien que pour le pilotage de la broche. Reportez-vous au chapitre *"Paramétrage de la fraiseuse"*, section *"Broche"*.

Polices TrueType et Galaad

Galaad 3 exploite les polices de caractères répondant à la norme TrueType ou compatibles ayant le *flag* Windows TRUETYPE_FONTTYPE. Ces polices vectorielles sont constituées de deux types d'objets géométriques : les polygones et les Quadra-Splines. Le remplissage par hachurage ou cycle de poche est assuré automatiquement par Galaad qui sépare avec plus ou moins de succès les contours extérieurs des îlots intérieurs. La mise en italique utilise le paramètre correspondant de l'appel au descripteur de police TrueType, les variantes italiques de nombreux glyphes étant bien plus qu'une simple inclinai-

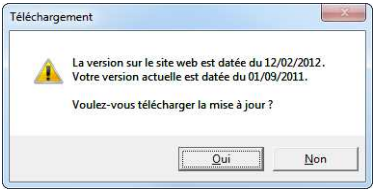
son. S'il n'y a pas de variante italique définie dans la police, vous pouvez incliner vous-même les caractères en précisant un angle d'inclinaison. Si la variante italique existe, cet angle sera ajouté à l'inclinaison courante.

Il existe pour Windows des **polices de caractères sans épaisseur de trait**, bien que Windows ne puisse gérer de polices à traits simples (par exemple un "I" majuscule dessiné par un seul trait, en fait un rectangle sans largeur mais avec toutefois un aller-retour). Dans ce cas, Galaad peut éliminer les traits que l'absence d'épaisseur laisse superposés, ce qui permet de gagner du temps à l'usinage en évitant les allers-retours inutiles.

Les anciennes polices Galaad 2 restent présentes dans le logiciel pour fournir ces caractères à simples traits optimisés pour la gravure, ou bien des polices dont le hachurage est prédéfini. Ces quelques cinquante polices sont installées dans le sous-répertoire FONTS. Trois extensions sont utilisées : GLF pour *Galaad Light Font* (polices à simple trait, fort utiles), GOF pour *Galaad Outline Font* (polices épaisses à contour et hachures possibles) et GSF pour *Galaad Special Font* (polices spéciales, Braille ou autre).

☐ Téléchargement de mises à jour

Galaad évolue régulièrement. Si les corrections sont devenues tout de même assez rares avec le temps, de nouvelles fonctions continuent d'être ajoutées ici et là au hasard des suggestions. Ces évolutions peuvent vous intéresser, d'autant que la remise à jour au sein d'une version est gratuite et de surcroît facile lorsque vous avez un accès direct à l'Internet : appelez la fonction "Aide / A propos" puis cliquez sur le bouton "Télécharger la mise à jour". Si votre poste de travail sur Galaad n'est pas connecté mais que vous pouvez cependant accéder à l'Internet depuis un autre ordinateur, il suffit de télécharger sur le site web de Galaad le fichier de mise à jour GAL-FRA.ZIP (version en Français) puis le recopier dans le répertoire d'installation du logiciel et relancer celui-ci. Il détectera tout seul la présence du fichier et se chargera de la mise à jour. A noter que **la mise à jour du logiciel ne modifie pas vos paramètres** ni votre dessin courant.


Téléchargement
La version sur le site web est datée du 12/02/2012.
Votre version actuelle est datée du 01/09/2011.
Voulez-vous télécharger la mise à jour ?
Oui
Non

22

10110

QUELQUES CONSEILS AUX DEBUTANTS

A la lecture des nombreux forums Internet consacrés à l'usinage CNC, il apparaît que bien des personnes de bonne volonté hésitent à juste titre avant de se lancer dans l'acquisition, la modification, voire la construction d'une machine à commande numérique, craignant que les conséquences d'une erreur s'avèrent difficiles à rattraper. Ce chapitre est un peu hors sujet dans le manuel d'utilisation d'un logiciel qui vous propose un grand nombre de paramètres pour calibrer votre machine et fera de son mieux pour pallier aux possibles défauts de celle-ci. Le but de ces lignes n'est pas de trancher les quelques éléments exposés sous forme d'arrogantes réponses définitives, mais plutôt de faire en sorte que vous vous posiez les bonnes questions ou, tout au moins, que vous vous posiez des questions utiles.

- *Structure mécanique*

Avant de vous enthousiasmer pour un type de machine, demandez-vous ce que vous comptez en faire. Les besoins en rigidité ne sont pas les mêmes selon que vous allez fraiser du polystyrène ou de l'acier. Qui dit rigidité dit structure lourde, et qui dit structure lourde dit grosse inertie de mouvement. Si vous voulez usiner vite, préférez une machine légère à châssis en profilés aluminium. Si vous voulez usiner du métal avec des passes gourmandes, vous n'usinerez pas vite et l'inertie importe moins, du moment que l'ensemble est résistant. Evidemment, si vous voulez usiner du métal à grande vitesse, il faudra mettre le prix pour avoir à la fois une bonne rigidité et une grosse puissance d'entraînement. On peut envisager d'usiner un matériau plus dur que le châssis de la machine à condition de faire des passes enlevant chacune peu de matière. En général, il vaut tout de même mieux avoir une structure plus rigide que la pièce à usiner.

- *Porte-à-faux*

Le point critique dans un effort d'usinage, c'est l'outil qui avance dans la matière. La résistance de celle-ci contraint en chaîne les éléments de la structure mécanique qui va éventuellement se déformer, entraînant une perte de précision. Le premier concerné est bien évidemment l'axe Z. En théorie, plus celui-ci a de course utile, plus on peut usiner des pièces épaisses, du moins si l'on a l'outil adapté. Mais plus votre broche descend, plus elle s'éloigne de ses guidages restés en haut sur le portique, et plus votre axe va s'incliner lorsque la pièce résiste aux avances de l'outil. Choisir un axe Z long est un mauvais calcul si vous n'en avez pas l'utilité. Vous pouvez cependant compenser en mettant un plateau-martyr très épais pour remonter la pièce afin de rapprocher le point d'usinage des guidages du portique.

- *Guidages*

A partir du moment où le châssis d'une machine ne se déforme pas sous l'effet des contraintes d'usinage, du moins à des vitesses d'avance raisonnables, on peut considérer que la qualité d'un axe repose essentiellement sur ses guidages. La nature étant foncièrement hostile à toute forme d'intelligence, un chariot mobile guidé profitera toujours au maximum du peu de jeu qui lui est permis pour essayer de se mettre en travers. Si le guidage supporte un seul patin, plus ce patin est long, moins il a cette liberté. S'il y a deux patins, plus ils seront éloignés l'un de l'autre, plus le jeu en torsion sera limité. Ajoutons qu'un mauvais parallélisme entre deux guidages d'un même axe peut occasionner une usure rapide des patins. Une oreille fine, un dynamomètre et des feuilles de clinquant sont les meilleurs amis de vos guidages.

- *Transmissions*

La seule chose qu'on demande à une transmission, c'est de ne pas avoir de jeu. On trouve encore des réalisations mécaniques dont la qualité de guidage repose en partie sur la transmission, par exemple une double vis sur un axe large. Cela équivaut à admettre que les guidages ne sont pas optimaux ou que le châssis se déforme. Sur une structure parfaitement rigide et dont les axes ne peuvent pas se mettre en travers, la position des points de transmission n'a aucune importance. Faites plutôt porter votre effort sur la rigidité de la structure et la qualité des guidages que sur les points de transmission. Par ailleurs, si vous utilisez des vis trapézoïdales ou des courroies crantées, ne comptez pas trop sur le logiciel pour gérer un rattrapage de jeu à l'inversion. Une fraiseuse manuelle peut très bien accepter un rattrapage de jeu sur un axe à partir du moment où l'autre axe est bloqué par un frein mécanique. Un tel blocage n'existe pas en commande numérique. Lorsqu'une transmission a du jeu, son axe oscillera de la valeur de ce jeu lorsqu'il est censé être immobile et que l'autre axe avance, au gré des contraintes de l'usinage. Ce jeu-là ne peut pas se rattraper. Si un axe a du jeu, corrigez-le de préférence par une action mécanique.

- *Accouplements*

Arriver à aligner parfaitement un moteur sur une vis est impossible. Vous devez intercaler un système flexible qui absorbera l'erreur : soit une fixation du moteur au châssis sur *silentblocks*, soit un cardan ou joint homocinétique, soit encore deux poulies et une courroie crantée. Dans ce dernier cas, gardez à l'esprit que plus les poulies ont un grand diamètre, moins l'erreur angulaire occasionnée par l'élasticité de la courroie ou son jeu sur les poulies se traduit par une erreur linéaire sur la vis. Mais plus l'inertie augmente.

- *Précision*

On entend parfois promettre 0,01 mm de précision avec une machine à structure aluminium. Ne rêvons pas. Au mieux, on vous parle en fait de la résolution linéaire des moteurs, laquelle n'a rien à voir avec la précision mécanique. A moins d'usiner du polystyrène (et encore, vue son élasticité), vous ne pouvez espérer atteindre une précision d'usinage de 0,01 mm qu'avec une machine en fonte lourde, renforcée sur toutes les diagonales, dont les pieds sont scellés dans la dalle de béton de l'atelier, dotée de guidages et de transmissions haut de gamme. Soyez réalistes sur les performances mécaniques.

- *Résolution des moteurs*

La précision d'une machine est uniquement liée à sa conception mécanique. La finesse de mouvement de ses moteurs n'est pas un facteur de précision. Si votre transmission a un rapport trop élevé, c'est-à-dire qu'un tour de moteur génère un trop long mouvement, par exemple avec des courroies crantées ou des câbles, augmenter la résolution des moteurs n'est pas la solution, puisque le couple reste inchangé. Sur un moteur pas-à-pas, le couple a même tendance à diminuer avec les micropas. Inversement, la courbe de couple d'un moteur pas-à-pas chute fortement au-delà d'une certaine vitesse ; il convient par conséquent de rester en-deçà de cette vitesse critique. Un rapport de transmission trop faible nécessite une vitesse de rotation élevée, risquant de dépasser le point de chute du couple. Si vous voulez une machine rapide, privilégiez les pas de vis longs avec des moteurs puissants ne tournant pas trop vite. Augmenter la résolution sert surtout à réduire les vibrations, la rotation en mode micropas étant plus veloutée. Pour autant, pousser loin la résolution est généralement inutile.

- *Electronique de puissance*

Le seuil de chute de couple d'un moteur pas-à-pas est lié au temps de charge de ses bobines. Plus la vitesse de rotation augmente, moins les bobines disposent de temps pour se charger. Si cette charge est lente, elle sera alors incomplète et l'énergie accumulée moindre, ce qui fait chuter le couple. Pour qu'une bobine se charge vite, il lui faut une tension élevée. La vitesse d'un moteur pas-à-pas est donc liée à la tension d'alimentation de son *drive* de puissance. Mais attention, manipuler des tensions élevées n'est pas anodin. Pensez avant tout à votre sécurité. Dans la même veine, une alimentation sous-dimensionnée occasionnera immanquablement des pertes de pas ou des erreurs de poursuite à partir d'une certaine vitesse lorsque plusieurs moteurs ont besoin de courant simultanément. Dans la mesure du possible, il est préférable d'avoir une alimentation pour chaque axe, et largement surdimensionnée.

- *Electronique de commande*

Les performances d'un système CNC se mesurent pas en KHz sur ses signaux de sortie, mais en sa capacité de traiter le plus grand nombre possible de vecteurs en un minimum de temps. Outre un langage de commande optimisé, il est important de disposer d'une bande passante élevée pour que la transmission aille toujours plus vite que le mouvement de la machine. Lorsque ce n'est plus le cas, il arrive un moment où l'usinage devient heurté, faute pour le contrôleur CNC d'avoir des mouvements d'avance dans son *buffer* de mémoire locale. Un port USB n'est pas forcément le garant d'une bande passante élevée : tout dépend de la façon dont ce port est géré, du protocole d'échange et du mode de transmission. En outre, un *buffer* de bonne taille permet d'amortir les fluctuations de l'écart entre la transmission et l'exécution des mouvements. Sur la plupart des machines, un petit mouvement et un long mouvement nécessitent autant de temps pour être transmis. Mais le long mouvement mettra du temps à s'exécuter et la transmission pourra en profiter pour prendre de l'avance si la taille du *buffer* le permet. Cela évitera de se trouver ensuite dans une situation critique lorsque, *a contrario*, un grand nombre de petits mouvements devront être transmis, leur transmission allant à ce moment moins vite que leur exécution sur la machine.

- *Dynamique de mouvement*

Usiner vite nécessite de gros moyens techniques - et donc financiers. Gardez à l'esprit que, si l'énergie requise pour déplacer une masse donnée augmente en proportion directe de cette masse, elle augmente aussi avec le carré de la vitesse. Par conséquent, entraîner à la même vitesse avec la même accélération un axe deux fois plus lourd nécessite certes deux fois plus de puissance, ce dont il faut tenir compte avec des vis à bille longues ou de gros diamètre. Mais, sur la même machine, usiner deux fois plus vite requiert quatre fois plus de puissance ; usiner trois fois plus vite requiert neuf fois plus de puissance, *etc*. Il est facile de déplacer un axe isolé à une vitesse très élevée, du moment qu'on suit des rampes d'accélération et de freinage suffisamment longues. Dans un usinage automatique, la vitesse d'avance se veut à peu près constante. Il n'est donc pas question de passer l'essentiel du temps dans des phases d'accélération et de freinage interminables qui feront chuter la moyenne et rendront inaccessible la vitesse demandée. *Festina lente.*

- *Contacts de fin de course*

Si votre machine travaille en coordonnées absolues, avec donc un point zéro invariant (parfois appelé "origine machine" par opposition à l'origine pièce), il est nécessaire qu'elle puisse effectuer son recalage avec une précision optimale.

Un défaut de répétabilité aura des conséquences sur toutes les positions fixes réutilisées par la machine. Les micro-interrupteurs à languette comme les Cherry DB1 ou Saia-Burgess XC vont très bien, à condition de les mettre face au chariot mobile et non pas latéralement sur son passage. On obtient alors sans problème une répétabilité du point de déclic de l'ordre de 0,01 mm avec un micro-interrupteur de qualité. Il va de soi que l'interrupteur doit être protégé par une butée mécanique qui évitera sa destruction par écrasement si le chariot ne freine pas assez vite ou si une erreur de paramétrage l'empêche de s'arrêter lorsque le contact bascule. Si vos interrupteurs ont une course trop faible, il suffit de tordre la languette pour l'augmenter et ainsi éviter un cognement sur la butée mécanique lorsque la course de recalage est rapide. D'une longévité quasi infinie, les capteurs inductifs offrent eux aussi une excellente répétabilité, mais leur utilisation ne permet pas toujours une distance de freinage après déclic. Pour le capteur d'outils, un simple interrupteur anti-vandales comme le ITW 76-95 suffit pour obtenir une excellente répétabilité.

- Broche

Il serait dommage d'avoir une machine rigide, bien guidée et dotée de solides transmissions pour mouvoir une broche de basse qualité. Et malheureusement, il est très facile de trouver des broches pitoyables dont les roulements prennent vite du jeu, quand ils n'en ont pas déjà en sortie d'usine. Une mauvaise broche donnera de mauvais résultats et usera vos outils plus vite. Ne la négligez pas dans votre budget. Privilégiez les broches équipées de roulements de haute qualité, par exemple céramiques, et si possible à quatre roulements.

- Refroidissement

Plus la broche tourne vite, plus l'outil s'échauffe par frottement. Et plus l'outil s'échauffe, plus il va s'user rapidement. Les outils coûtent cher : si vous usinez à des vitesses de rotation élevées, ou si vous usinez des matériaux durs par passes profondes, ayez pitié d'eux et n'hésitez pas à équiper votre machine d'un dispositif de refroidissement : arrosage ou pulvérisation, venturi de réfrigération, même un simple flux d'air comprimé peut suffire à abaisser la température de façon significative.

- Logiciel

Si vous êtes en train de lire ce manuel, c'est que vous avez probablement déjà acquis une licence Galaad. Excellent choix, rien à ajouter.

23

10111

L'USINAGE TEL QU'ON LE CAUSE

Le but du glossaire qui suit n'est pas d'imposer à force de harcèlement textuel quelque prose francophoniquement correcte. Simplement, il se peut que certains termes utilisés dans le logiciel ou dans ce manuel vous semblent plus ou moins néo-barbares. Dans ce cas, un petit lexique non homologué par les agitateurs armés de l'Académie française pourra peut-être s'avérer utile.

2D½ : se dit d'un usinage dont les profondeurs peuvent être multiples mais ne varient pas le long des tracés (découpe, gravure ou fraisage plan).

3D : se dit d'une trajectoire dont la profondeur varie le long de son parcours.

Accroche : cotation immédiate sur un point de référence donné.

Arc : courbe circulaire ou à la rigueur elliptique, ouverte ou fermée.

Avance : déplacement d'usinage actif horizontal ou 3D, après que l'outil est descendu dans le matériau.

Axe : ensemble moteur-transmission permettant le mouvement de la broche d'usinage ou de la pièce dans une direction linéaire ou dans une rotation.

Axe A : axe de pivotement ou de tournage, parallèle au sens de mouvement sur l'axe X.

Axe B : axe de pivotement, parallèle au sens de mouvement sur l'axe Y.

Axe C : axe de pivotement, parallèle au sens de mouvement sur l'axe Z.

Axe X : axe cartésien de mouvement horizontal, par convention ouest → est.

Axe Y : axe cartésien de mouvement horizontal, par convention sud → nord.

Axe Z : axe cartésien de mouvement vertical, par convention bas → haut.

Baud : unité de vitesse de transmission série (ou bit/s).

Bord d'outil : position corrigée de l'outil d'après son rayon.

Brise-copeaux : cycle de perçage pilotant une descente jusqu'à un palier donné puis une légère remontée pour casser les rubans de copeaux torsadés, avant une nouvelle descente jusqu'au palier suivant.

Broche : moteur électrique ou pneumatique portant les fraises d'usinage sur son mandrin.

CAD/CAM : *Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing.* Voir "CFAO".

Capteur d'outil : boîtier de mesure automatique de la longueur de l'outil évitant la prise d'origine manuelle Z. Souvent un simple interrupteur.

CAO : Conception Assistée par Ordinateur, c'est à dire le travail de dessin.

CCW : *Counter-ClockWise.* Voir "Sens trigonométrique".

Centre d'outil : axe vertical de rotation de l'outil.

CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur, c'est à dire le travail de dessin et de réalisation par usinage ou autre.

CN : voir "Commande numérique".

CNC : *Computerized Numerical Control.* Voir "Commande Numérique".

Commande numérique : système électronique comprenant une interface avec un ordinateur, un étage de calcul de trajectoires, un module d'entrées / sorties et un étage de puissance qui pilote les axes mécaniques de la machine.

Contournage : trajectoire d'outil à l'intérieur ou à l'extérieur d'un parcours dessiné, la distance entre eux correspondant au rayon de l'outil.

Coordonnée cartésienne : position d'un point exprimée de façon linéaire sur chaque axe par rapport à un point origine.

Coordonnée polaire : position d'un point exprimée sous forme d'une distance et d'un angle par rapport à un point origine.

Couche de dessin : plan virtuel de dessin dans lequel les objets sont dessinés. Les couches sont apparentées à des calques superposés.

Couche de finition : différence de profondeur entre la passe d'ébauche et la passe de finition.

Course : longueur de mouvement disponible sur un axe.

Course de référence : recalage mécanique de la position absolue de la machine par mouvement vers les contacts de fin de course zéro pour chaque axe.

CW : *ClockWise.* Voir "Sens horaire".

Cycle de poche : série de parcours de contournages permettant l'évidage par remplissage d'un contour dessiné.

Cycle outil : processus d'usinage complet (ébauche, finition, découpe) pour un outil de la séquence.

Débourrage : action de percer jusqu'à un palier donné puis de remonter complètement l'outil afin de dégager les copeaux et recommencer jusqu'au palier suivant.

Découpe : usinage à une profondeur correspondant à l'épaisseur de la pièce.

Descente : abaissement rapide de l'outil rétracté, jusqu'à la surface supérieure de la pièce, avant perçage.

Ebauche : première passe d'usinage approchant sans l'atteindre la trajectoire dessinée (voir "Finition").

Encodeur : capteur de position angulaire monté sur un axe permettant de connaître la position linéaire sur celui-ci.

Découpe : usinage d'une trajectoire dont la profondeur correspond à l'épaisseur brute du matériau.

Fichier : bloc de données informatiques. Ces données sont à prendre au sens large et peuvent être un dessin, une image, un programme, *etc.*

Finition : deuxième passe d'usinage après l'ébauche, suivant précisément la trajectoire dessinée (voir "Ebauche").

Hauteur de retrait : distance verticale séparant la surface supérieure de la pièce du plan dans lequel l'outil rétracté peut être déplacé rapidement.

Ilot : poche de matériau à éviter à l'intérieur d'un remplissage ou d'une trajectoire de contournage.

Initialisation : phase d'ouverture du dialogue avec la commande numérique.

Interpolation circulaire : mouvement circulaire exécuté d'une seule traite et non par une succession de petits vecteurs linéaires.

Interpolation linéaire : mouvement sur plusieurs axes simultanés.

Interpolation XYZ : mouvement 3D sur trois axes X Y et Z simultanés.

Mandrin : pince à mors qui serre l'outil sur la broche.

MOCN : Machine-Outil à Commande Numérique.

Mode direct : pilotage de la commande numérique avec accusé de réception et validation pour chaque ordre ou mouvement exécuté.

Mouvement inactif : déplacement de l'outil hors usinage, rétracté au-dessus de la pièce.

Origine machine : voir "Point zéro machine".

Origine pièce : point de référence permettant de localiser la pièce sur le plateau de la machine.

Outil : fraise, foret, pointe ou autre, assurant le travail actif d'usinage.

Override : sur- ou sous-multiplicateur de vitesse finale (perçage et avance).

Palier : passage de l'outil limité par sa profondeur maximale d'usinage. Le terme académique est "passe" mais celui-ci peut induire en confusion.

Palpage : acquisition automatique d'une surface ou d'un volume par pilotage d'un capteur de mesure sur un modèle ou une pièce déjà existante.

Passe : phase d'ébauche, finition ou découpe des trajectoires dessinées.

Perçage : phase de pénétration verticale de l'outil dans le matériau, avant la phase d'avance horizontale ou 3D.

Pilote de machine : programme de supervision et pilotage de l'usinage.

Plongée : voir "Perçage".

Point zéro machine : point de coordonnées absolues (0;0;0) sur la machine, correspondant au point de référence de chaque axe.

Post-processeur : syntaxe et langage de génération d'un fichier de dessin ou d'usinage, destiné à être repris par un pilote de machine.

Port : ligne de communication entre l'ordinateur et un appareil périphérique.

Profil : coupe longitudinale de l'outil (cylindrique, conique, hémisphérique ou assimilée).

Queue d'outil : extrémité inactive de l'outil qu'on fixe dans le mandrin.

Résolution : plus petit déplacement que la commande numérique peut piloter.

Rétraction : action de remonter l'outil au-dessus de la pièce pour pouvoir le déplacer sans usiner.

Sens horaire : sens des aiguilles d'une montre.

Sens trigonométrique : sens inverse des aiguilles d'une montre.

Surépaisseur de coupe : petite profondeur fixe ajoutée à l'épaisseur du matériau brut pour usiner les trajectoires de la passe de découpe.

Surfaçage : remise à plat du plateau de support des pièces à usiner, afin d'obtenir un plan conforme aux axes X et Y de la machine.

Vecteur : mouvement linéaire de base comprenant un point de départ, un point d'arrivée et une vitesse de mouvement.

Visuel : se dit d'un objet dessiné qui ne doit pas être usiné.

Vitesse d'avance : vitesse de déplacement horizontal ou 3D de l'outil en usinage pour une trajectoire dessinée.

Imprimé à Nice par
Fac Copies Office Document
www.FacCopies.fr